



## TÍTULO

# VALORACIÓN DEL USO DE SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GEOGRÁFICO EN SISTEMAS GANADEROS VACUNOS DE ALTA MONTAÑA

## AUTOR

Javier de Jesús Gordillo

Esta edición electrónica ha sido realizada en 2021

|                 |  |
|-----------------|--|
| Tutores         | D. Francisco de Asís Ruiz Morales ; D. Ángel Blázquez Carrasco                               |
| Instituciones   | Universidad Internacional de Andalucía ; Universidad Pablo de Olavide                        |
| Curso           | <i>Máster Oficial Interuniversitario en Agricultura y Ganadería Ecológicas<br/>(2019/20)</i> |
| ©               | Javier de Jesús Gordillo   |
| ©               | De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía                                      |
| Fecha documento | 2020   |



**Atribución-NoComercial-SinDerivadas  
4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**

Para más información:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>

## Máster Oficial en Agricultura y Ganadería Ecológicas

### TRABAJO FINAL DE MÁSTER

# Valoración Del Uso De Sistemas De Posicionamiento Geográfico En Sistemas Ganaderos Vacunos De Alta Montaña

#### Tutores

Francisco De Asís Ruíz Morales

Ángel Blázquez Carrasco

#### Autor

Javier De Jesús Gordillo

Universidad Internacional de Andalucía  
Noviembre 2020

# Agradecimientos

---

En primer lugar, me gustaría agradecer a los tutores de este trabajo, Paco y Ángel, el esfuerzo, los consejos y los contactos aportados que han facilitado la consecución del mismo.

Gracias a Torcuato, ganadero de Alquife, por su generosidad al dejarnos entrar a conocer su ganadería, su historia, sus preocupaciones e ilusiones respecto a la actividad ganadera extensiva en alta montaña, en general, y de la vaca Pajuna en particular.

Gracias a los profesores del Máster, por saber transmitirnos sus conocimientos e inquietudes con pasión, cada uno en su especialidad.

Por último, gracias a los compañeros estudiantes del Máster. Juntos hemos recorrido una pequeña pero intensa parte del “*camino agroecológico*”, apoyándonos mutuamente durante el curso y en los proyectos que han venido tras él. En especial a Chema, que, conociendo mis inquietudes agroecológicas, fue el que me animó en un principio a acompañarlo en esta aventura, y ahora, a dar el último arreón para finalizar el Trabajo Final de Máster.



# Índice de contenidos

---

|  |    |
|--|----|
| Índice de contenidos .....   | 1  |
| Índice de ilustraciones.....   | 4  |
| Índice de tablas .....   | 6  |
| 1. Introducción .....  | 7  |
| 1.1 Ganadería pastoral y de montaña en Andalucía.....                  | 7  |
| 1.2 Problemática de la ganadería de montaña y posibles soluciones..... | 12 |
| 2. Marco Teórico.....  | 15 |
| 2.1 Innovaciones presentes en la ganadería pastoral .....              | 15 |
| 2.1.1 Sistemas de posicionamiento global (GPS) y drones .....          | 15 |
| 2.1.2 Identificación electrónica.....                                  | 17 |
| 2.1.3 Sensorización y tratamiento de datos.....                        | 17 |
| 3. Hipótesis .....   | 18 |
| 4. Objetivos .....   | 18 |
| 5. Materiales y Métodos.....   | 19 |
| 5.1 Descripción del Área de Trabajo .....                              | 19 |
| 5.2 La vaca Pajuna .....   | 20 |
| 5.3 Métodos para la recopilación de datos.....                         | 20 |
| 5.3.1 Dispositivo GPS.....   | 22 |
| 5.3.1.1 El sistema GPS.....  | 22 |
| 5.3.1.2 Dispositivo Digitanimal .....                                  | 22 |
| 5.3.2 Mapas (REDIAM) y Datos Climatológicos (RIA) .....                | 27 |
| 5.3.3 Software QGIS.....   | 27 |
| 5.3.4 Software Calc Openoffice.....                                    | 28 |
| 5.3.5 Entrevista Semiestructurada.....                                 | 28 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 5.3.6  | Encuesta a personal técnico .....   | 29 |
| 6.     | Resultados y discusión.....   | 30 |
| 6.1    | Percepción y potencial de uso de sistemas de posicionamiento en la ganadería<br>pastoral.....             | 30 |
| 6.2    | Estudio de caso de ganadería vacuna en el PN de Sierra Nevada .....                                       | 30 |
|        | • Caracterización de su rebaño. ....  | 31 |
|        | • Caracterización de pastos y manejo. ....  | 32 |
|        | • Problemas identificados en la ganadería de alta montaña. ....   | 32 |
|        | • Situación del ganado en ambas épocas y caminos recorridos por el<br>ganadero.....                       | 33 |
|        | • Otros aspectos generales sobre el sistema GPS .....   | 36 |
| 6.3    | Análisis de los datos recogidos mediante encuesta a técnicos de ganadería<br>extensiva de Andalucía ..... | 38 |
| 6.4    | Análisis de los datos Digitanimal - Rediam - RIA .....  | 40 |
| 6.4.1  | Uso de la cubierta.....   | 41 |
| 6.4.2  | Pendiente.....  | 43 |
| 6.4.3  | Elevación.....  | 44 |
| 6.4.4  | Orientación.....  | 46 |
| 6.4.5  | Temperatura .....   | 48 |
| 6.4.6  | Viento.....   | 49 |
| 6.4.7  | Precipitaciones .....   | 50 |
| 6.4.8  | Radiación .....   | 52 |
| 6.4.9  | Humedad.....  | 53 |
| 6.4.10 | Franja horaria .....  | 54 |
| 7.     | Conclusiones .....  | 56 |
| 8.     | Referencias bibliográficas.....   | 57 |
| 9.     | Anexos .....  | 60 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 9.1     | ANEXO I. Descripción del Área de trabajo. Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada.....      | 60 |
| 9.1.1   | Límites físicos y políticos del Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada                     | 60 |
| 9.1.2   | Medio Físico y Climático.....  | 61 |
| 9.1.3   | Ecosistemas.....   | 62 |
| 9.1.3.1 | Ecosistemas de alta montaña silíceas .....   | 63 |
|         | Pastizales fríos y secos de alta montaña .....   | 64 |
|         | Lagunas y borreguiles .....  | 64 |
|         | Enebral – Piornal.....   | 65 |
| 9.1.3.2 | Ecosistemas de alta montaña caliza .....   | 65 |
| 9.1.3.3 | Ecosistemas de media montaña .....   | 66 |
| 9.1.3.4 | Ecosistemas de ribera.....   | 68 |
| 9.1.4   | Evolución del Paisaje.....   | 69 |
| 9.2     | ANEXO II. Ganadería Bovina en el Parque Nacional Natural de Sierra Nevada. La Vaca Pajuna..... | 70 |
| 9.2.1   | Origen y Distribución Geográfica.....  | 70 |
| 9.2.2   | Descripción Morfológica .....  | 71 |
| 9.2.3   | Alimentación.....  | 73 |
| 9.2.4   | Reproducción .....   | 74 |
| 9.2.5   | Usos y sistemas de producción .....  | 74 |
| 9.2.6   | Situación actual de la Raza Pajuna .....   | 74 |
| 9.3     | ANEXO III. Entrevista a Ganaderos Usuarios de GPS .....  | 76 |
| 9.4     | ANEXO IV. Encuesta a personal técnico .....  | 83 |
| 10.     | Resumen.....   | 88 |

# Índice de ilustraciones

---

|   |    |
|---|----|
| ILUSTRACIÓN 1. SAU DE EXPLOTACIONES DE MONTAÑA. FUENTE: LAS PRODUCCIONES ALIMENTARIAS DE MONTAÑA EN ESPAÑA. MAPAMA, 2017 .....            | 9  |
| ILUSTRACIÓN 2. DISPOSITIVO DIGITANIMAL. FUENTE: WWW.DIGITANIMAL.COM/BOVINO.....   | 23 |
| ILUSTRACIÓN 3. FUNCIONAMIENTO SISTEMA GPS DIGITANIMAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....   | 25 |
| ILUSTRACIÓN 4. FUNCIONALIDADES DEL DISPOSITIVO. FUENTE WWW.DIGITANIMAL.COM/BOVINO .....   | 26 |
| ILUSTRACIÓN 5. INTERFAZ DE USUARIO DEL DISPOSITIVO EN PORTÁTIL Y TELÉFONO MÓVIL. FUENTE: WWW.DIGITANIMAL.COM/BOVINO .....                 | 26 |
| ILUSTRACIÓN 6. VACA PAJUNA CON COLLAR GPS EN LA GANADERÍA DE TORCUATO AGUILERA, ALQUIFE, DICIEMBRE 2019 .....                             | 31 |
| ILUSTRACIÓN 7. MACHO PAJUNO DE LA GANADERÍA DE TORCUATO AGUILERA, ALQUIFE, DICIEMBRE 2019 .....   | 32 |
| ILUSTRACIÓN 8. LOCALIZACIÓN DEL GANADO EN INVIERNO. FUENTE DIGITANIMAL Y REDIAM .....   | 33 |
| ILUSTRACIÓN 9. LOCALIZACIÓN DEL GANADO EN LOS MESES DE VERANO. FUENTE: DIGITANIMAL Y REDIAM .....   | 34 |
| ILUSTRACIÓN 10. DESPLAZAMIENTO EN COCHE (LÍNEA ROJA) Y CAMINANDO O A CABALLO (LÍNEA AZUL) DEL GANADERO HASTA SU GANADO EN LA MONTAÑA..... | 35 |
| ILUSTRACIÓN 11. LOCALIZACIÓN DEL GANADO EN VERANO. CAPA DE PENDIENTES. FUENTE: DIGITANIMAL Y REDIAM .....                                 | 37 |
| ILUSTRACIÓN 12. VENTAJAS DEL SISTEMA PERCIBIDAS POR TÉCNICOS EN GANADERÍA EXTENSIVA .....   | 39 |
| ILUSTRACIÓN 13. VALORACIÓN DE OTRAS APLICACIONES DE LA HERRAMIENTA .....  | 39 |
| ILUSTRACIÓN 14. VALORACIÓN DEL PRECIO DEL DISPOSITIVO .....   | 40 |
| ILUSTRACIÓN 15. MUESTRAS CORRECTAS E INCORRECTAS POR CUBIERTA.....  | 41 |
| ILUSTRACIÓN 16. PORCENTAJE DE ERROR POR TIPO DE CUBIERTA .....  | 42 |
| ILUSTRACIÓN 17. PORCENTAJE DE MUESTRAS TOTALES SEGÚN EL TIPO DE CUBIERTA .....  | 42 |
| ILUSTRACIÓN 18. MUESTRAS CORRECTAS E INCORRECTAS POR NIVEL DE PENDIENTE.....  | 43 |
| ILUSTRACIÓN 19. PORCENTAJE DE MUESTRAS TOMADAS SEGÚN EL NIVEL DE PENDIENTE ....   | 44 |
| ILUSTRACIÓN 20. MUESTRAS CORRECTAS E INCORRECTAS POR ALTITUD .....  | 45 |
| ILUSTRACIÓN 21. PORCENTAJE DE MUESTRAS POR ALTITUD.....   | 45 |
| ILUSTRACIÓN 22. PORCENTAJE DE ERROR SEGÚN LA ALTITUD (X1000M).....  | 46 |

|   |    |
|---|----|
| ILUSTRACIÓN 23. PORCENTAJE DE MUESTRAS POR ORIENTACIÓN.....   | 46 |
| ILUSTRACIÓN 24. PORCENTAJE DE ERROR SEGÚN ORIENTACIÓN.....  | 47 |
| ILUSTRACIÓN 25. MUESTRAS POR TEMPERATURA MÁXIMA Y PORCENTAJE DE ERROR .....   | 48 |
| ILUSTRACIÓN 26. MUESTRAS POR TEMPERATURA MÍNIMA Y PORCENTAJE DE ERROR.....  | 49 |
| ILUSTRACIÓN 27. MUESTRAS Y PORCENTAJE DE ERROR POR VELOCIDAD DE VIENTO (M/S) ..   | 50 |
| ILUSTRACIÓN 28. MUESTRAS Y PORCENTAJE DE ERROR POR NIVEL DE PRECIPITACIÓN (MM)<br>.....   | 51 |
| ILUSTRACIÓN 29. PORCENTAJE DE ERROR POR PRECIPITACIÓN (MM) .....  | 51 |
| ILUSTRACIÓN 30. MUESTRAS Y PORCENTAJE DE ERROR POR NIVEL DE RADIACIÓN (MJ/M2 D)<br>.....  | 52 |
| ILUSTRACIÓN 31. PORCENTAJE DE ERROR POR NIVEL DE RADIACIÓN (MJ/M2 D) .....  | 53 |
| ILUSTRACIÓN 32. MUESTRAS Y PORCENTAJE DE ERROR POR NIVEL DE HUMEDAD (%).....  | 54 |
| ILUSTRACIÓN 33. PORCENTAJE DE ERROR POR NIVEL DE HUMEDAD (%).....   | 54 |
| ILUSTRACIÓN 34. PORCENTAJE DE ERROR POR FRANJA HORARIA.....   | 55 |
| ILUSTRACIÓN 35. PARQUE NACIONAL Y NATURAL DE SIERRA NEVADA. FUENTE: EL PARQUE<br>NACIONAL DE SIERRA NEVADA .....  | 61 |
| ILUSTRACIÓN 36. DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE LOS ECOSISTEMAS. FUENTE EL PARQUE<br>NACIONAL DE SIERRA NEVADA 2012.....  | 62 |
| ILUSTRACIÓN 37. ECOSISTEMAS SOBRE SUSTRATOS SILÍCEOS. FUENTE: EL PARQUE NACIONAL<br>DE SIERRA NEVADA 2012 .....   | 63 |
| ILUSTRACIÓN 38. ECOSISTEMAS SOBRE SUSTRATOS CALIZOS FUENTE: EL PARQUE NACIONAL<br>DE SIERRA NEVADA 2012 .....   | 66 |
| ILUSTRACIÓN 39. DISTRIBUCIÓN DE ECOSISTEMAS DE MEDIA MONTAÑA. FUENTE: EL PARQUE<br>NACIONAL DE SIERRA NEVADA 2012.....  | 67 |
| ILUSTRACIÓN 40. ECOSISTEMAS SOBRE SUSTRATOS DOLOMÍTICOS. FUENTE: EL PARQUE<br>NACIONAL DE SIERRA NEVADA 2012.....   | 68 |
| ILUSTRACIÓN 41. LOCALIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES NÚCLEOS GEOGRÁFICOS DE LAS<br>GANADERÍAS DE RAZA PAJUNA. FUENTE: PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA EN<br>ANDALUCÍA (HORCADA-IBÁÑEZ ET AL., 2010) ..... | 71 |
| ILUSTRACIÓN 42. VACA PAJUNA. AUTOR: ALFONSO LUQUE FUENTE: PRODUCCIÓN DE CARNE<br>BOVINA EN ANDALUCÍA (HORCADA-IBÁÑEZ ET AL., 2010).....   | 73 |

# Índice de tablas

---

|  |    |
|--|----|
| TABLA 1. LA SUPERFICIE TOTAL Y LA SUPERFICIE AGRARIA UTILIZADA (SAU) DE LAS EXPLOTACIONES DE MONTAÑA POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS. FUENTE: LAS PRODUCCIONES ALIMENTARIAS DE MONTAÑA EN ESPAÑA. MAPAMA, 2017 ..... | 8  |
| TABLA 2. NÚMERO DE MUESTRAS Y PORCENTAJE DE ERROR POR CUBIERTA .....   | 41 |
| TABLA 3. NÚMERO DE MUESTRAS Y PORCENTAJE DE ERROR POR NIVEL DE PENDIENTE .....   | 43 |
| TABLA 4. NÚMERO DE MUESTRAS Y PORCENTAJE DE ERROR POR ALTITUD .....  | 44 |
| TABLA 5. ORIENTACIÓN. CORRESPONDENCIA SOLANA Y UMBRÍA. FUENTE:<br>HTTP://WWW.JUNTADEANDALUCIA.ES/MEDIOAMBIENTE/SITE/REDIAM .....   | 47 |
| TABLA 6. MUESTRAS SEGÚN ORIENTACIÓN .....  | 47 |
| TABLA 7. MUESTRAS SEGÚN ORIENTACIÓN AGRUPADAS EN UMBRÍA Y SOLANA .....   | 47 |
| TABLA 8. MUESTRAS POR TEMPERATURA .....  | 48 |
| TABLA 9. MUESTRAS POR TEMPERATURA MÍNIMA .....   | 48 |
| TABLA 10. MUESTRAS POR VELOCIDAD DE VIENTO .....   | 49 |
| TABLA 11. MUESTRAS POR NIVEL DE PRECIPITACIÓN .....  | 50 |
| TABLA 12. MUESTRAS POR NIVEL DE RADIACIÓN .....  | 52 |
| TABLA 13. MUESTRAS POR NIVEL DE HUMEDAD .....  | 53 |
| TABLA 14. MUESTRAS Y PORCENTAJE DE ERROR POR FRANJA HORARIA .....  | 55 |
| TABLA 15. CENSO RAZA PAJUNA. FUENTE: MAPA DICIEMBRE 2018 .....   | 75 |

# 1. Introducción

---

## 1.1 Ganadería pastoral y de montaña en Andalucía

En la actualidad no existe una definición de ganadería extensiva desde el punto de vista legal u oficial en España. Así que no es una actividad formalmente establecida ni tiene un marco regulatorio concreto por el que regirse.

Hay muchas definiciones, y dependiendo de la fuente, unas veces se le da mayor relevancia a aspectos relacionados con el manejo del ganado y de la explotación, y en otros casos se hace referencia a la sostenibilidad en términos sociales y medioambientales. Entre esos factores se encuentran: i) aprovechamiento a diente de los pastos, ii) carga ganadera y contaminación del suelo por nitratos, iii) alimentación suplementaria, iv) insumos, v) razas autóctonas de ganado, vi) bienestar animal y vii) gestión del territorio, etc. (Ruíz et al., 2017).

La fundación Entretantos, a petición del MAPAMA, realizó un “Estudio sobre la definición y caracterización de la *“extensividad”* en las explotaciones ganaderas en España” (2017). Mediante una búsqueda participativa y a través de una amplia encuesta elaborada expresamente para ello, se llegó a una definición en la que se tuvo en cuenta la opinión de más de 80 personas, todas ellas vinculadas de una u otra manera a la ganadería extensiva. Con ayuda de un grupo de expertos que evaluó toda la información contenida en las respuestas, se llegó a la siguiente definición:

“La ganadería extensiva es aquella que aprovecha los recursos naturales del territorio, con una baja utilización de insumos externos y principalmente mediante pastoreo. En general se caracteriza por el empleo de especies y razas de ganado adaptadas al territorio, el aprovechamiento de pastos diversos ajustándose a su disponibilidad espacial y temporal, y el respeto del medio en el que se sustenta” (Ruíz et al., 2017).

En el mismo estudio, se hace referencia a las discrepancias existentes en cuanto a incluir en la definición elementos que aludan a la capacidad de la ganadería extensiva de compatibilizar la producción con la sostenibilidad, proporcionando servicios ambientales y sociales.

Lo que sí está caracterizado oficialmente es la definición de “zonas de montaña” mediante el apartado 1 del artículo 18 del reglamento (CE) N° 1257/1999:

Se considerarán zonas de montaña a aquellas que se caractericen por una limitación considerable de las posibilidades de utilizar la tierra y por un aumento apreciable de los costes necesarios para trabajarla a causa de:

- la existencia, debido a la altitud, de unas condiciones climáticas duras que acorten sustancialmente la temporada de cultivo,
- la presencia, a más baja altitud y en la mayor parte de la zona considerada, de pendientes que sean demasiado pronunciadas para el uso de maquinaria o que requieran la utilización de equipos especiales muy costosos, o
- una combinación de estos dos factores cuando, siendo menor la dificultad resultante de cada uno de ellos por separado, tal combinación dé lugar a una dificultad de grado equivalente.

En España, el 38% de los municipios son considerados “de montaña”. Mientras que en Andalucía, el 45% de los municipios están considerados como “de montaña”, lo que supone el 11% del total de municipios de montaña de España.

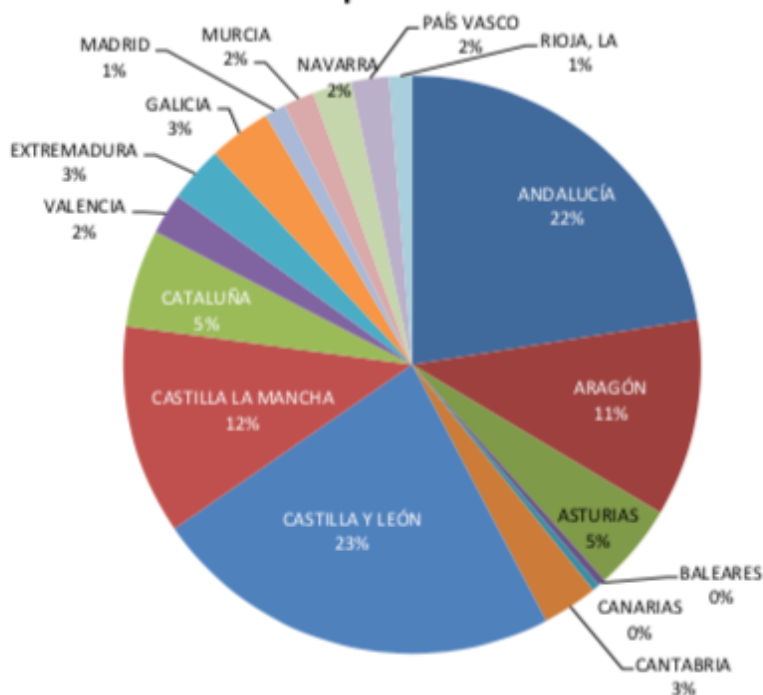
En términos de superficie, las zonas de montaña en España suponen 11.021.963 hectáreas (Tabla 1), equivalente al 36% de la superficie total de las explotaciones de su territorio. De este total, el 23% es Superficie Agraria Utilizada (SAU) y el 13 % son otras tierras.

En Andalucía, la SAU del total de las explotaciones es de 4,4 millones de hectáreas, de las que 1,5 millones son consideradas de montaña. Andalucía supone el 22% de la SAU (Ilustración 1) de montaña del país (MAPAMA, 2017).

| Comunidad Autónoma | Superficie Total de las explotaciones (Ha) |                       |               |                          | SAU de las explotaciones (Ha) |                       |            | SAU/ST en Municipios de Montaña | Otras Tierras    |
|--------------------|--|-----------------------|---------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------|---------------------------------|------------------|
|                    | CCAA                                       | Municipios de Montaña | %             | Municipios no en montaña | CCAA                          | Municipios de Montaña | %          |                                 |                  |
| ANDALUCÍA          | 5.493.828                                  | 2.060.846             | 38%           | 3.432.981                | 4.402.760                     | 1.549.256             | 35%        | 75%                             | 511.590          |
| ARAGÓN             | 3.044.707                                  | 1.249.273             | 41%           | 1.795.434                | 2.345.696                     | 768.083               | 33%        | 61%                             | 481.190          |
| ASTURIAS           | 522.712                                    | 489.254               | 94%           | 33.458                   | 363.180                       | 336.893               | 93%        | 69%                             | 152.361          |
| BALEARES           | 260.227                                    | 50.759                | 20%           | 209.468                  | 182.322                       | 28.459                | 16%        | 56%                             | 22.301           |
| CANARIAS           | 72.561                                     | 37.098                | 51%           | 35.463                   | 55.070                        | 29.421                | 53%        | 79%                             | 7.678            |
| CANTABRIA          | 359.274                                    | 336.141               | 94%           | 23.132                   | 235.238                       | 214.765               | 91%        | 64%                             | 121.376          |
| CASTILLA Y LEÓN    | 6.683.954                                  | 2.496.403             | 37%           | 4.187.551                | 5.362.468                     | 1.602.430             | 30%        | 64%                             | 893.973          |
| CASTILLA LA MANCHA | 5.307.566                                  | 1.381.646             | 26%           | 3.925.920                | 4.091.443                     | 815.754               | 20%        | 59%                             | 565.893          |
| CATALUÑA           | 1.644.718                                  | 670.035               | 41%           | 974.683                  | 1.147.532                     | 380.470               | 33%        | 57%                             | 289.565          |
| VALENCIA           | 895.567                                    | 264.606               | 30%           | 630.961                  | 657.471                       | 160.284               | 24%        | 61%                             | 104.322          |
| EXTREMADURA        | 3.102.016                                  | 312.734               | 10%           | 2.789.282                | 2.585.899                     | 217.730               | 8%         | 70%                             | 95.004           |
| GALICIA            | 914.853                                    | 338.944               | 37%           | 575.908                  | 647.598                       | 242.087               | 37%        | 71%                             | 96.858           |
| MADRID             | 384.920                                    | 110.221               | 29%           | 274.699                  | 315.261                       | 82.424                | 26%        | 75%                             | 27.798           |
| MURCIA             | 518.678                                    | 169.862               | 33%           | 348.815                  | 394.538                       | 119.103               | 30%        | 70%                             | 50.759           |
| NAVARRA*           | 1.039.108                                  | 566.300               | 54%           | 472.808                  | 459.047                       | 152.140               | 33%        | 27%                             | 414.160          |
| PAÍS VASCO         | 261.822                                    | 215.045               | 82%           | 46.777                   | 190.395                       | 146.042               | 77%        | 68%                             | 69.004           |
| RIOJA, LA**        | 503.388                                    | 272.794               | 54%           | 230.594                  | 238.359                       | 88.688                | 37%        | 33%                             | 184.106          |
| CIUDADES AUTÓNOMAS |  |                       |               |                          |                               |                       |            |                                 |                  |
| Ceuta              | 58   |                       | 0%            | 58                       | 57                            |                       | 0%         |                                 |                  |
| Melilla            | 20   |                       | 0%            | 20                       | 17                            |                       | 0%         |                                 |                  |
| <b>TOTALES</b>     | <b>31.009.899</b>                          | <b>11.021.963</b>     | <b>35,54%</b> | <b>19.987.935</b>        | <b>23.674.278</b>             | <b>6.934.027</b>      | <b>29%</b> | <b>63%</b>                      | <b>4.087.937</b> |

Tabla 1. La superficie total y la superficie agraria utilizada (SAU) de las explotaciones de montaña por Comunidades Autónomas. Fuente: Las Producciones Alimentarias de Montaña en España. MAPAMA, 2017





*Ilustración 1. SAU de explotaciones de montaña. Fuente: Las Producciones Alimentarias de Montaña en España. MAPAMA, 2017*

En Andalucía, la ganadería extensiva se da principalmente en monte mediterráneo adehesado y en zonas de media y alta montaña. Son ecosistemas en los que la ganadería extensiva cumple funciones esenciales. Además de la productiva, tiene otros cometidos ligados a evitar la despoblación, al mantenimiento del paisaje, y a la prevención de incendios. Así como a favorecer la biodiversidad animal, debido al mantenimiento de razas de animales adaptadas al medio, como vegetal, por controlar la alta densidad de matorral que perjudica la proliferación de especies herbáceas más débiles. También contribuye a la conservación de productos y tradiciones locales y por lo tanto al patrimonio local (Mena et al., 2014).

Una posible muestra de la diversidad de sistemas ganaderos andaluces vinculados a zonas de montaña podría ser la siguiente.

1. La ganadería de pequeños rumiantes implicada en la Red Andaluza de Áreas Pasto-cortafuegos de Andalucía (RAPCA).

Los ganaderos asociados a este plan de la Junta de Andalucía reciben una prestación por el servicio prestado, que además supone una valorización de su trabajo y un importante reconocimiento de su valor social. Además, y no menos importante, se trata

de una herramienta de prevención de incendios (en unas zonas tan propensas como los son los montes mediterráneos) que conlleva un ahorro económico para la administración, frente a la aplicación de otras estrategias mediante uso de maquinaria especializada.

En 2014 ya se cubrían 5500 ha con más de 80000 cabezas de ganado a lo largo de las 8 provincias y con la ayuda de 189 pastores asociados al programa.

El ganado predominante en la RAPCA es el ovino, seguido del caprino y ya de forma minoritaria el bovino (Mena et al., 2014).

2. La ganadería caprina y ovina de la sierra de Cádiz, cuya base racial son la cabra Payoya y la oveja Merina de Grazalema.

Especialmente en las comarcas que constituyen la Sierra de Cádiz y la Serranía de Ronda, junto con la oveja Merina de Grazalema, la cabra Payoya proporciona una leche de alta calidad con producciones estacionales, con la que se elaboran quesos tradicionales que suponen una actividad económica importante en la zona.

La alimentación generalmente está basada en el aprovechamiento de pastos, aunque se complementa con forraje y concentrados energéticos. Estos últimos constituyen el principal insumo energético de esta ganadería, siendo el estiércol el principal *output* (Mena et al., 2014).

En la actualidad, la explotación de la raza Merina de Grazalema se orienta hacia la producción lechera, la fabricación de quesos, y a la producción de corderos ligeros, con un peso medio de aproximadamente 6kg, como complemento a la economía fundamentalmente lechera de las explotaciones (Juárez et al., 2010).

3. La ganadería ovina en el poniente granadino, cuya base racial es la oveja Lojeña.

La Sierra de Loja es otra de las áreas montañosas de Andalucía donde encontramos ganado en extensivo. Se caracteriza por tener una alta diversidad vegetal, aunque muy poca biomasa aprovechable para el pastoreo. Es el hábitat principal de la raza ovina autóctona Lojeña, en peligro de extinción. Proporciona carne, principalmente corderos de entre 15 y 20 kg de peso vivo.

La alimentación está basada mayoritariamente en pastoreo, aprovechando los recursos en zonas más altas en verano y las zonas de baja montaña cuando bajan las temperaturas. Únicamente se suplementa con forraje y grano a las madres en época de partos.

El manejo reproductivo es tradicional, sin lotes, y los partos se concentran en las épocas en las que hay más alimento en el campo.

La comercialización se realiza en la propia explotación, y en los últimos años se está tendiendo a la conversión ecológica buscando un valor añadido del producto (Mena et al., 2014).

#### 4. La ganadería de alta montaña presente en el Espacio Protegido de Sierra Nevada.

El Parque Nacional y Natural que se encuentra entre las provincias de Granada y Almería, es una de las áreas de mayor biodiversidad de Europa, distribuida en varias altitudes desde los 800 m a los 3000 m.

Las principales actividades económicas de la zona son la ganadería y el turismo. Las principales razas que la habitan son la oveja Segureña, la cabra Blanca Andaluza y la vaca Pajuna. Todas son rústicas y en general distribuidas en rebaños pequeños, de 30 a 130 cabezas de ganado.

Las franjas de territorio diferenciadas en altitud ofrecen existencia estacional de pastos y diversidad de especies vegetales, lo que permite un pastoreo durante todo el año realizando trastermitancia entre ellas. Como es habitual también en otras zonas de montaña, durante los meses de calor se pastorea en las cotas más altas y cuando las temperaturas decrecen, el pastoreo se realiza en las cotas más bajas, aunque es en invierno cuando más escasean los pastos y cuando es necesario suplementar con alimentos concentrados y el poco forraje que puede cultivarse en la zona.

Los partos se programan básicamente en 2 épocas: Otoño para obtener mejores precios por la venta de corderos, y primavera para un mejor aprovechamiento del alimento disponible en el campo.

La venta de carne se suele realizar en la propia explotación, y la venta de leche se realiza a industrias lácteas, con el consiguiente coste de oportunidad, ya que, a pesar del crecimiento del turismo en la zona, son muy pocos los ganaderos que se lanzan a transformar su leche en queso (Mena et al., 2014).

#### 5. Oveja Segureña en Sierra de Segura y Cazorla

Tiene su origen en la raza Manchega, aunque a lo largo de los siglos se ha ido adaptando al clima continental diferenciándose de ella, y actualmente su rusticidad le permite vivir en un medio inaccesible para otras razas.

Su orientación productiva es fundamentalmente cárnica. Los corderos son alimentados con leche materna y pienso en el aprisco, hasta alcanzar el peso de sacrificio solicitado

por el mercado, entre 24 y 30 kg. También es frecuente la producción de corderos lechales de unos 12 kg de peso vivo.

El intervalo entre partos es variable y podría cifrarse en 3 partos cada 2 años (Juárez et al., 2010).

## **1.2 Problemática de la ganadería de montaña y posibles soluciones**

La razón de ser de la ganadería extensiva en zonas de montaña es el uso ordenado de los pastos, la existencia de esa simbiosis con el ecosistema natural que permite la regulación de su biomasa y el desarrollo de su biodiversidad haciendo posible su utilización como recurso natural renovable.

La excesiva fragmentación territorial y la existencia de numerosas situaciones jurídico-administrativas inciden negativamente en el desarrollo de la ganadería extensiva en zonas de montaña.

La despoblación es otro fenómeno que incide negativamente en la actividad y en los paisajes naturales, con cada vez menos cargas pastantes y el desequilibrio ecológico que ello significa (Pardo, C. 2018).

La ganadería extensiva está orientada a la sostenibilidad de la actividad, más que a la productividad, sin embargo, algunas circunstancias produjeron su debilitamiento desde la segunda mitad del siglo pasado: i) falta competitividad en producción y precio con la nueva ganadería intensiva, ii) despoblación territorial de zonas rurales, iii) envejecimiento de la población, iv) cambio climático y dependencia climática, v) ineficientes sistemas de comercialización a pequeña escala, etc. (Díaz, C. 2013).

Parte del origen de este declive se lo debemos a la PAC, que con sus subvenciones ha inducido a prácticas no orientadas a la sostenibilidad del sistema, ha disuelto el binomio agricultura-ganadería rompiendo el equilibrio agropecuario existente, lo que ha provocó, por un lado, el sobrepastoreo de zonas protegidas, y por otro, la intensificación, con reducción de mano de obra y cambio de trashumancia por uso de insumos externos en forma de piensos concentrados (Díaz, C. et al., 2013).

Todo ello, sumado a la baja productividad de los pastos en los ecosistemas mediterráneos en general, hace que la mayoría de las explotaciones no sean autosuficientes, y requieran de aportes externos de insumos. En los casos más

favorables, sólo en épocas de alta demanda y en la mayor parte de los casos, durante todo el año (Mena et al., 2014).

La ganadería extensiva en Andalucía es mayoritariamente estacional, debido principalmente a la manera periódica en que el alimento está disponible en el campo, y en base a la que se organizan las parideras y el manejo en general. Esto, junto con la menor producción, no satisface las necesidades del mercado y supone una falta de competitividad con la ganadería intensiva.

El relevo generacional es complejo, debido a la falta de reconocimiento social, el éxodo masivo a la ciudad de las nuevas generaciones y la dureza del trabajo en las explotaciones extensivas (Mena et al., 2014).

Por otro lado, la falta de iniciativas empresariales y las restricciones administrativas para instaurar empresas transformadoras agroalimentarias a pequeña escala, hacen difícil que el valor añadido se quede en la explotación. A esto se le suma la casi inexistencia de marcas de calidad en Andalucía (Mena et al., 2014).

Más específicamente en el ámbito de montaña encontramos dificultades como (MAPAMA, 2017):

- Precios no competitivos de los productos de montaña con los producidos en zonas del valle
- Escaso valor añadido de los productos
- Deficiencias en las comunicaciones y servicios
- Consumidores tienen poca información acerca de las producciones de montaña.
- Identificación poco clara de los productos de montaña, uso del término montaña como publicidad engañosa.

Los entornos de montaña vienen sufriendo una serie de transformaciones en su paisaje, debido al cambio de papel que ha sufrido para sus habitantes y visitantes. Si antes la montaña era la base del sustento de la población autóctona, en la actualidad se está convirtiendo en un área de diversidad biológica, un espacio para la recreación y el refugio de un excepcional patrimonio cultural.

La gestión del territorio ha pasado de manos locales a administraciones más globales, y sus esfuerzos están más orientados al desarrollo de esos nuevos servicios que responden a intereses extra-locales (Jiménez Olivencia et al., 2015).

Todos estos problemas pueden verse paliados en cierta proporción con la introducción de algunas prácticas y medidas (Mena et al., 2014):

- Recuperar el binomio agricultor-ganadero, estableciendo acuerdos entre productores de la misma comarca que benefician a todas las partes y se traduzcan en menor dependencia de insumos externos para ambos.
- Favorecer un mejor aprovechamiento de los pastos locales, fomentando el uso de razas autóctonas y estudiando en profundidad su capacidad de utilización de especies más leñosas (abundantes en ecosistemas mediterráneos).
- Mejorar las condiciones de trabajo de los pastores, en tiempo y esfuerzo, mediante el uso de tecnologías para la geo-localización de los animales, tema esencial de este trabajo y que se desarrolla en puntos posteriores del mismo.
- Mejorar los ingresos percibidos por los productores mediante diversas estrategias:
  - Mejorar la productividad mediante la mejora genética de los animales.
  - Fomentar la transformación del producto en la explotación. En el sector quesero ya hay normativa que lo permite, no así en el sector de la carne, donde el asociacionismo parece ser la mejor opción.
  - Realizar campañas de valorización del producto, de los beneficios a nivel de salud, medioambiental y social que tienen.
  - Crear marcas de calidad
  - Avanzar en los canales cortos de comercialización siguiendo la estela de los productos agrícolas, mediante grupos de consumo, asociaciones de consumidores y productores, etc.
  - Diversificar las fuentes de ingresos de la explotación. En el producto, trabajando con especies que produzcan tanto leche como carne, y en los servicios, con la adhesión a programas medioambientales como el RAPCA.
  - Realización de otras actividades complementarias en las que se utilicen los recursos de la explotación, como artesanía, turismo, alojamiento, actividades recreativas, transformación de la madera, silvicultura, etc. (MAPAMA, 2017).
  - Utilización y venta de energías renovables (MAPAMA, 2017)

## 2. Marco Teórico

---

La tecnología aplicada a los sistemas agroganaderos no es algo nuevo, pero es cierto que, de unos años a esta parte, parece estar de moda. Sobre todo, las tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs), que además tienen “buena prensa” y una imagen de modernidad, precisión y eficiencia que la hacen atractiva, tanto para los fabricantes de tecnología, que ven un nuevo nicho de mercado, como para los productores agroganaderos, que buscan aumentar y/o mejorar su producción, así como sus condiciones de vida.

### 2.1 Innovaciones presentes en la ganadería pastoral

Son muchos los sistemas tecnológicos implantados en ganadería en los últimos años. En general ayudan a prever situaciones futuras, permitiendo que el ganadero se adelante a problemas venideros. También le permite ahorrar tiempo en tareas de supervisión y mejorar sus condiciones de trabajo reduciendo el esfuerzo realizado.

#### 2.1.1 Sistemas de posicionamiento global (GPS) y drones

Una de las tecnologías que más impacto ha tenido en el manejo de ganadería extensiva ha sido la relacionada con el posicionamiento y monitoreo de los animales, es decir, la tecnología GPS.

Además, debido al desarrollo de otras tecnologías de la información, ha sido posible integrar estos sistemas de posicionamiento con otros sistemas basados en sensores y recopilación y análisis de datos, que han hecho los sistemas más funcionales y versátiles.

Algunas aplicaciones de esta tecnología son:

- Análisis de comportamiento animal

Con la información de posicionamiento recopilada, se puede saber el tiempo que un animal esta comiendo, bebiendo, rumiando, andando, de pie o tumbado. cuando uno de estos datos difiere de la normalidad se generan alertas que permiten tener mayor control sobre los animales y mejorar su vida en la explotación (Sánchez, J.A. 2018).

La velocidad a la que se mueven los animales, sus costumbres, etc. (Sánchez et al., 2010).

- Uso de recursos pascícolas

Junto con mapas de vegetación disponible, se puede obtener también para conocer el uso de recursos de pascícolas (Barrantes et al., 2015).

- Comportamiento social

También se ha usado para estudiar el comportamiento social de animales emparentados, y no emparentados de la misma manada (Lomillos-Pérez et al., 2016).

- Protección del ganado

El monitorizar y geolocalizar el ganado también permite protegerlo de la fauna salvaje, principalmente del lobo. Detectar y prevenir ataques de lobos, uno de los problemas más graves a los que hace frente la ganadería extensiva de montaña. Los ataques de lobos causan daños por valor de más de 4 millones de euros al año a la ganadería española (datos Unión de Pequeños Agricultores y Ganaderos UPA 2016).

Un ejemplo de esta aplicación lo encontramos en el desarrollo del proyecto GELOB (Gestión de la Ganadería Extensiva en Hábitat con Lobos) ubicado en el marco del Programa Nacional de Desarrollo Rural, cuyo objetivo principal es detectar y prevenir ataques de lobos mediante la geolocalización y monitorización del ganado que pasta por el monte.

Participan en la iniciativa la Universidad Politécnica de Madrid y las empresas Digitalanimal, RBZ y Consultores en Biología de la Conservación y la Fundación FIEB (Fundación para la Investigación en Etología y Biodiversidad).

(<https://www.innovagri.es/actualidad/tecnologia-movil-para-proteger-al-ganado.html> 2018)

- Estado de los pastos

El uso de drones permite tener datos del estado de los pastos. Mediante imágenes desde algunos metros de distancia y mediante la recogida de información de sensores colocados en los animales (sin necesidad de cobertura móvil) es posible evaluar el estado, prever situaciones con mayor antelación y permite una toma de decisiones mejor fundamentada (<https://innovadores.larazon.es/es/not/una-herramienta-permitira-monitorear-los-pastos-y-seguir-al-ganado-por-gps>, 2018).

- Establecimiento de vallados virtuales

Conocer la situación del ganado en cada momento y poder programar alarmas cuando se salgan de la superficie deseada (<https://www.agronegocios.es/vallado-virtual-para-la-gestion-inteligente-de-ganaderia-extensiva/> 2019).



### 2.1.2 Identificación electrónica

Consiste en la identificación de cada animal. Lo que antiguamente se hacía mediante marcas en la piel por quemaduras, ahora se consigue mediante dispositivos auriculares tipo botón o tarjeta. Con ellos es posible albergar mucha más información que permite contribuir a la trazabilidad del producto final. Además, evita el dolor causado por los sistemas de identificación antiguos (Pofcher, 2017).

Además de servir para la trazabilidad de la carne o los productos lácteos finales, junto con otros dispositivos puede servir para hacer un seguimiento de factores relacionados con el manejo de cada animal individualmente, como puede ser alimentación de hembras en periodos clave como son los de lactancia o gestación (Wishart et al., 2015), detección del momento óptimo de sacrificio, o de una enfermedad debido, por ejemplo, a una leve variación de temperatura de algún animal, o de una cojera detectada mediante un sistema de cámaras (Berckmans, 2014).

### 2.1.3 Sensorización y tratamiento de datos

Animales y explotaciones se han llenado de sistemas sensoriales encargados de hacer mediciones y recopilar información útil para una mejor toma de decisiones que repercute en los costes, el manejo de los riesgos y la calidad de vida del ganadero.

Medidores de nivel y calidad de aguas (pH, turbidez, flujo, nivel de oxidación, oxígeno disuelto, etc.) permiten hacer un manejo del agua más eficiente y con menos riesgos.

Estaciones meteorológicas con sensores de presión, temperatura, humedad, luminosidad, etc. Previenen al ganadero de las condiciones en que viven sus animales. La posibilidad de programar alarmas cuando ciertos parámetros se salgan de su margen de normalidad, ahorra tiempo de supervisión y alerta al ganadero de manera inmediata de cualquier anomalía (Sánchez Lanau, 2018).

Un ejemplo que combina tecnología de posicionamiento, teledetección, sensorización y drones es la utilizada en el proyecto Ixorigué en el Pirineo Aragonés. El dron vuela cerca de los animales, activa los sensores que éstos tienen instalados y recoge los datos que generan (posición, temperatura). El dron envía los datos a un centro de procesamiento y en 15 minutos los datos están disponibles para el ganadero, con sistema de alertas que localizan a los animales con posibles problemas (<http://www.ixorigue.com>).

### 3. Hipótesis

---

En los últimos años, se registra una tendencia creciente en el uso de innovaciones tecnológicas aplicadas al ámbito de la ganadería y la agricultura. No siempre responden a necesidades reales de agricultores y ganaderos por lo que en muchas ocasiones suponen un gasto innecesario que no favorece de forma significativa la actividad de los profesionales.

En este trabajo se valoran los beneficios que aporta la tecnología GPS (junto a otras tecnologías que la acompañan), aplicada a ganaderías vacunas de alta montaña y si realmente solucionan problemas propios de la actividad. Se pretende verificar si el sistema compensa económicamente y mejora la calidad de vida de los ganaderos.

### 4. Objetivos

---

El objetivo principal de este trabajo es valorar el uso de la tecnología GPS aplicado en las ganaderías extensivas, y en concreto a las de vaca de raza Pajuna situadas en el Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada.

Se pretende medir cuantitativamente y cualitativamente, según el caso, los beneficios que el sistema aporta al ganadero en términos de:

Las consecuencias en la vida del ganadero en lo relativo a

- Tiempo y esfuerzo: La supervisión del ganado se realiza diariamente, con la particularidad de que el ganadero nunca sabe a ciencia cierta dónde se encuentran sus animales. El sistema le aporta esta información ayudándole a ser más eficiente en tiempo y esfuerzo.  
De forma ocasional, pero no por ello poco habitual, se extravía algún animal. En estos casos, el GPS también se convierte en una herramienta de gran utilidad.
- Economía. ¿Qué inversión supone? ¿Se ve recompensada?
- Disminución del estrés: El hecho de tener más control sobre sus animales sin tener que estar constantemente en contacto con ellos de forma presencial, es motivo para reducir el estrés ocasionado por la incertidumbre propia de la ganadería extensiva de alta montaña.

También descubrir otros posibles beneficios medioambientales que puedan desprenderse del hecho de contar con la información que nos reporta el dispositivo.

Con toda esta información, analizar la conveniencia en términos económicos de usar el sistema, teniendo en cuenta el coste del servicio, una estimación de la reducción de pérdida de animales y de tiempo dedicado a la actividad debido a su uso.

## 5. Materiales y Métodos

---

### 5.1 Descripción del Área de Trabajo

Este trabajo está enmarcado en el área geográfica que comprende el Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada.

El Parque Nacional de Sierra Nevada se extiende sobre una superficie de 86.208 hectáreas, convirtiéndose así en el más extenso de la Red de Parques Nacionales (Parque Nacional de Sierra Nevada, 2012).

El macizo montañoso de Sierra Nevada presenta una línea de cumbres continua y de gran extensión que se alarga de oeste a este a modo de gran eje axial. Dicho eje la divide en dos grandes vertientes, la solana, abierta a las influencias del mar Mediterráneo, y la umbría, que mira hacia el interior (Olivencia et al., 2015).

Desde el punto de vista climático, considerando el espacio seco-semiárido que lo rodea, el macizo constituye una isla pluviométrica donde se recoge una media de 1200 mm anuales de precipitación en el piso de alta montaña. Su elevada altitud y su baja latitud la convierten en un espacio de transición entre las montañas áridas de latitudes tropicales y las húmedas de latitudes templadas (Olivencia et al., 2015).

Las condiciones geo-ambientales están muy condicionadas por la fuerte aridez del verano, siendo éste uno de los factores físicos que explican en mayor medida el modelo de organización humana. En Sierra Nevada el déficit hídrico afecta al menos a tres meses consecutivos, durante los que sólo es posible el desarrollo de pastizales muy mediocres que no han podido sostener una actividad ganadera relevante (Olivencia et al., 2015).

En el anexo I se muestra una descripción más exhaustiva del área de estudio.

## 5.2 La vaca Pajuna

El trabajo está enfocado en ganaderías vacunas de alta montaña del espacio protegido de Sierra Nevada, que generalmente practican la transterminancia, es decir, emigran a las zonas de mayor altitud en los meses de verano, buscando el pasto que queda al descubierto tras el deshielo, y a mediados de otoño vuelven a las zonas de menor altitud donde pasan el invierno y la primavera.

Aunque son varias las razas que habitan en este entorno, la más característica de la zona es la vaca Pajuna, en la que centraremos el estudio.

La raza Pajuna, Raza Serrana o Raza Castellana es una raza autóctona de la comunidad andaluza que actualmente se encuentra clasificada como raza *Autóctona en Peligro de Extinción*. Prácticamente esta raza ha venido poblando los macizos montañosos, principalmente Bético y Penibético, compartiendo entorno con otras razas como la Negra Andaluza, la Retinta o la Murciana (Horcada-Ibáñez et al., 2016).

Su morfología se corresponde a la de un biotipo ambiental propio de zonas de montaña: perfil recto, proporciones medias, peso medio, poca masa y buen hueso.

Una característica poco nombrada pero muy importante es la estrechez de sus pezuñas, que la hacen apta para compartir pastos blandos con ganaderías caprinas sin arruinar el terreno (Entrevista Torcuato Aguilera, Alquife, 2019)

En este trabajo se valoriza el uso de un dispositivo electrónico, como innovación tecnológica introducida en este tipo de ganadería y en este marco en concreto.

En el anexo II se muestra una descripción más exhaustiva de la raza Pajuna.

## 5.3 Métodos para la recopilación de datos

La metodología para la realización de este Trabajo Fin de Master se ha basado en los siguientes elementos:

1. El sistema de localización de Digitanimal: El dispositivo integra varias tecnologías. La tecnología principal es el Sistema de Posicionamiento Global (GPS por las siglas en inglés) y junto a ella, una serie de sensores que están en contacto con el animal. En conjunto ofrecen unos datos que posteriormente se procesan para brindar al ganadero una información que, a priori, es potencialmente valiosa.

2. Mapas Rediam (Red de información Ambiental de Andalucía) y Red de Información Agroclimática de Andalucía (RIA): Para enriquecer la información de los datos obtenidos del dispositivo a valorar, se han usado mapas de información geográfica con datos de vegetación, elevación, pendiente y orientación del terreno, etc. De manera que, relacionando los datos de ambas fuentes, se ha tratado de obtener información y patrones de comportamiento del sistema.

Además, para hacer un análisis más completo del sistema, se han usado datos climáticos de la estación meteorológica situada en Jerez del Marquesado, perteneciente a la RIA.

3. Software QGIS: Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto licenciado bajo GNU (General Public License).

Mediante un sistema de capas, QGIS permite superponer diferentes fuentes de datos de tipo geográfico en una imagen, relacionar la información obtenidas de las diferentes fuentes y analizar posibles tendencias y patrones.

4. Software Calc Openoffice: Se trata de una hoja de cálculo que se ha usado como herramienta de tratamiento de datos y representación gráfica de las interrelaciones creadas previamente en dicho tratamiento, y que ha servido para un posterior análisis de los mismos.
5. Entrevista semiestructurada a ganadero usuario de GPS: Se opta por una entrevista semiestructurada basada en una serie de preguntas, algunas cerradas y otras abiertas, permitiendo al entrevistado dar respuestas más libres y matizadas, incluso ahondar en temas que no fueron planteados inicialmente en el derrotero de preguntas.
6. Encuesta a técnicos de Andalucía que trabajan en ganadería extensiva.
7. Revisión documental: Como paso previo a la realización de entrevistas se realizó una revisión documental, sobre todo a partir de páginas web y artículos publicados, para conocer la realidad de la ganadería extensiva en Andalucía y más concretamente en zonas de alta montaña, así como de las innovaciones tecnológicas aplicadas a la ganadería en los últimos años.

### 5.3.1 Dispositivo GPS

#### 5.3.1.1 El sistema GPS

El sistema de navegación radio comienza a desarrollarse desde los años 60, pero no es hasta los 90 cuando se obtienen sistemas de posicionamiento con las prestaciones como las conocemos hoy en día.

El GPS funciona mediante una red de como mínimo 24 satélites en órbita sobre el planeta Tierra, a 20.200 km de altura, con órbitas distribuidas para que en todo momento haya al menos 4 satélites visibles en cualquier punto de la tierra.

Cada satélite, transmite continuamente su posición y la hora en la frecuencia 1.575 GHz. Siendo la velocidad de la radiación electromagnética de 299.792 km/s, la señal tarda más de 67 ms en llegar a un receptor sobre la superficie de la tierra.

De forma similar a cómo estimamos lo lejos que ha caído un rayo por el tiempo que transcurre desde que vemos el relámpago hasta que escuchamos el trueno, los receptores GPS calculan la distancia a los distintos satélites por el tiempo que tardan en llegar las señales procedentes de cada uno de ellos. Todas las señales fueron transmitidas en el mismo instante, porque todos los satélites GPS están sincronizados. Los receptores GPS contienen unidades de cálculo especializadas para, mediante trilateración (método matemático para determinar las posiciones relativas de objetos), obtener la posición global propia. A partir de sucesivas medidas, también calculan la velocidad de desplazamiento y el rumbo.

#### 5.3.1.2 Dispositivo Digitanimal

El dispositivo se presenta en una caja plástica estanca, sujeta con una correa para ajustarlo al cuello del animal (Ilustración 2). En su interior se encuentran los siguientes dispositivos:

- Módulo GPS: Calcula la posición por medio de varios satélites
- Sensor de temperatura superficial: El dispositivo porta una sonda de temperatura que recoge la temperatura de la piel en contacto con el animal, es decir, no es temperatura interna y está condicionada por la temperatura ambiental.
- Acelerómetro triaxial: Sensor de movimiento del que se obtienen datos para analizar patrones de comportamiento relacionados con el movimiento.



*Ilustración 2. Dispositivo Digitanimal. Fuente: [www.digitanimal.com/Bovino](http://www.digitanimal.com/Bovino)*

### Módulo GPS

El dispositivo tiene un receptor radio que recibe señales de los satélites en 1.575 GHz. La señal es enviada a un decodificador que extrae la información contenida en ella:

- El identificador del satélite
- Su posición en forma de elevación y azimut
- La hora en que emite la señal

Con esta información, la unidad de cálculo obtiene:

- Posición
- Altitud
- Velocidad
- Rumbo

Además, el dispositivo GPS tiene un módulo transmisor compuesto por dos bloques que se corresponden con dos tecnologías alternativas:

- Sigfox: Es la llamada red del “internet de las cosas”. Se trata de una tecnología que se diferencia de la telefonía móvil en que sólo se pueden enviar unos pocos mensajes al día con muy poca información dentro. Se adapta muy bien a nuestras necesidades ya que, enviando un mensaje cada 30 minutos (48 mensajes al día) permite que el consumo de energía sea muy reducido, consiguiendo que la batería dure entre 12 y 18 meses.

- GPRS: Red de datos móvil 2G multioperador. La ventaja que tiene respecto a la anterior es que hay zonas dónde hay mucha más cobertura, además, al ser multioperador y conectarse a la mejor red en cada caso, conseguimos cubrir más zonas. A diferencia de Sigfox, la comunicación es bidireccional, por lo que el dispositivo consume mucha más energía, por lo que la batería dura unos 6 o 7 meses.

El módulo transmisor recoge los datos de la unidad de cálculo y de los sensores (temperatura y movimiento) para enviarlos al servidor (Ilustración 3).

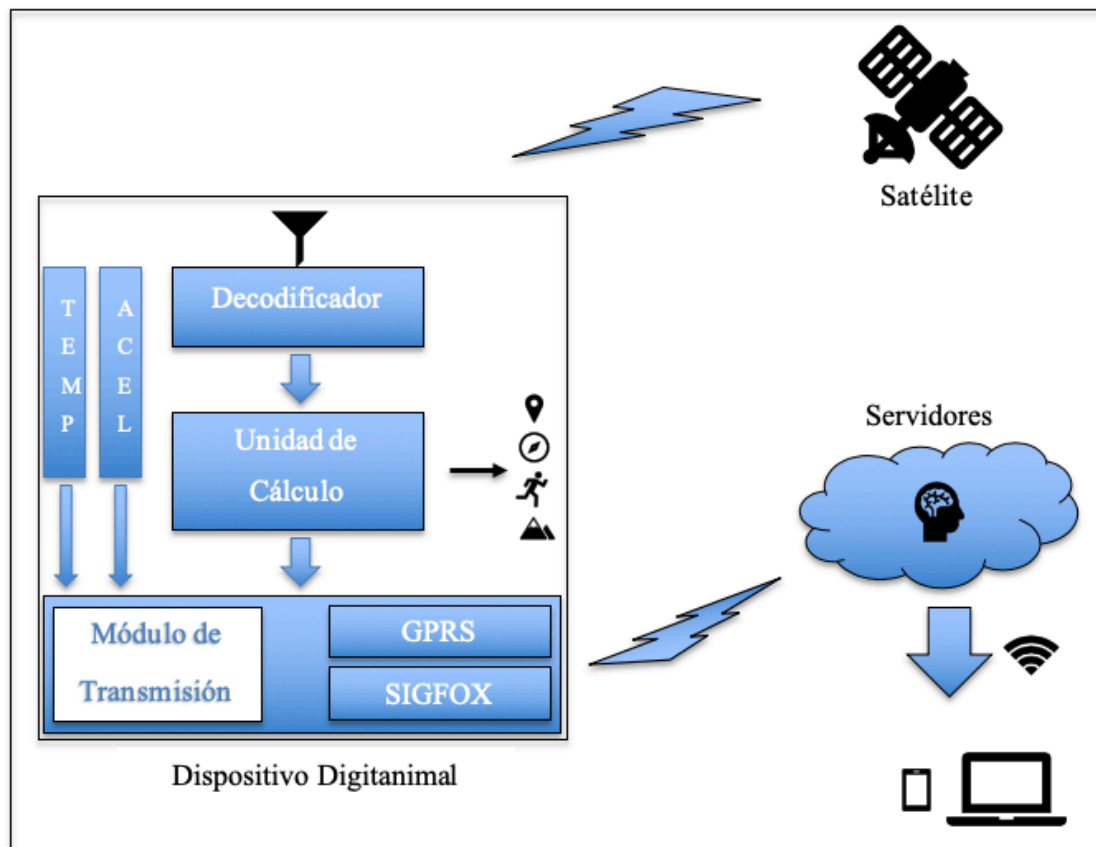
La tecnología utilizada para la transmisión de datos será Sigfox por defecto, ya que se adapta a las necesidades perfectamente y permite una duración mucho mayor de la batería que si se usara el protocolo de datos de GSM. En las situaciones que no sea posible por falta de cobertura, se conmutará a la tecnología GPRS.

### Servidores e interfaces

Los servidores reciben la información del dispositivo portado por cada animal y procesan los datos para ofrecer una información veraz a los usuarios a través de una aplicación instalada en sus teléfonos móviles, tabletas u ordenadores (Ilustración 5).

Los datos obtenidos desde los dispositivos son de posicionamiento, temperatura superficial y movimiento. El procesado de los datos incluye la aplicación de algoritmos que los traducen en información útil para los usuarios.





*Ilustración 3. Funcionamiento Sistema GPS Digitanimal. Fuente: Elaboración Propia*

### Funcionalidades

La información presentada al ganadero a través de la aplicación en su dispositivo informático le permite conocer el estado de sus animales en términos de (Ilustración 4):

- Posición
- Distancias recorridas
- Temperatura
- Recorridos realizados

En función de esos datos, la aplicación alertará al ganadero de situaciones anómalas inmediatamente, como son:

- Enfermedad
- Sobre actividad o baja actividad
- Avisos por robo o pérdida
- Estado de Celo
- Estado de Parto



*Ilustración 4. Funcionalidades del dispositivo. Fuente [www.digitanimal.com/Bovino](http://www.digitanimal.com/Bovino)*



*Ilustración 5. Interfaz de usuario del dispositivo en portátil y teléfono móvil. Fuente: [www.digitanimal.com/Bovino](http://www.digitanimal.com/Bovino)*

Además, el ganadero puede establecer vallados virtuales, de manera que cuando alguno de los animales observados traspase dichos vallados, la aplicación le avise de inmediato.

Todo este sistema de alertas es configurable individualmente por cada animal que está siendo monitorizado.

Los datos se han obtenido de dispositivos usados en una ganadería de vaca Pajuna de la localidad de Alquife, durante los meses de mayo a septiembre de 2019, en los que los animales estaban en zonas altas de Sierra Nevada.

Cedidos por personal de la empresa Digitanimal, los datos están constituidos básicamente por tablas cuyos campos indican posición geográfica, altitud, fecha, hora y datos relativos al acelerómetro triaxial.

### 5.3.2 Mapas (REDIAM) y Datos Climatológicos (RIA)

Se han usado mapas procedentes de la Red de Información Ambiental de Andalucía (Rediam), que ofrece grandes volúmenes de información ambiental georreferenciada y permanentemente actualizada, para su uso en Sistemas de Información Geográfica (SIG) o su utilización en visualizadores geográficos en línea.

La Rediam ofrece servicios WMS (Web Map Service: Servicios web de mapas, para visualizar cartografía), servicios WFS (Web Feature Service: Servicios web de entidades, para descarga de capas geográficas vectoriales) y servicios WCS (Web Coverage Service: Servicios web de coberturas, para descarga de capas geográficas ráster). (<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam>, 2020)

Por otro lado, se han tomado datos climatológicos de la Red de Información Agroclimática de Andalucía (RIA), recogidos por la estación meteorológica situada en Jerez del Marquesado, la más cercana al área de pastoreo de la ganadería objeto de estudio. (<https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/riaweb/web/>, 2020).

### 5.3.3 Software QGIS

La interfaz gráfica para trabajar con los datos elegida en este trabajo ha sido el software QGIS 3.4 Madeira, un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto licenciado bajo GNU (General Public License).

Mediante un sistema de capas, QGIS permite superponer diferentes fuentes de datos de tipo geográfico en una imagen. En este caso, se han usado por un lado los datos recogidos de la ganadería de Alquife cedidos por Digitanimal, y por otro, los servicios ofrecidos por la Rediam. Ambos unificados usando la herramienta QGIS han servido para conocer la posición de los animales en los meses de mayo a septiembre y poder analizar junto con el ganadero, el valor real de dicha información en cuanto a ahorro en trayectos, tiempo y combustible empleados en localizar el ganado cada día.

QGIS era desconocido para mí, por lo que ha sido necesario un proceso de aprendizaje y familiarización con el programa informático.

### 5.3.4 Software Calc Openoffice

Se trata de una hoja de cálculo de código abierto, que se ha usado como herramienta de tratamiento de datos, representación gráfica de las interrelaciones creadas previamente en dicho tratamiento y posterior análisis de los resultados revelados.

### 5.3.5 Entrevista Semiestructurada

La entrevista que tiene como destinatario ganaderos usuarios del sistema, se ha elaborado con el fin de comprender en qué medida ha influido el uso del dispositivo GPS en su trabajo. Cuáles son las funcionalidades que valoran más y cuáles menos; cuáles le suponen un mayor ahorro de tiempo, de esfuerzo y de dinero.

Se opta por una entrevista semiestructurada basada en una serie de preguntas, algunas cerradas y otras abiertas, permitiendo al entrevistado dar respuestas más libres y matizadas, incluso ahondar en temas que no fueron planteados inicialmente en el derrotero de preguntas.

La entrevista consta de tres secciones:

1. Datos personales: Gracias a ella identificamos la ganadería, conocemos la edad del ganadero, etc.
2. Caracterización de la ganadería: Las respuestas de esta sección nos sirven para caracterizar la ganadería en términos de tamaño, manejo, razas, percepción que el ganadero tiene del entorno, etc.
3. Uso del sistema GPS: Es la sección clave de la encuesta, ya que en ella los ganaderos que ya usan el sistema valoran lo que ha significado la introducción de esta tecnología en su actividad.

Con ayuda de los mapas obtenidos de Rediam, el ganadero alcanza a localizar la posición habitual de su ganado y nos da información a cerca de:

- Lo que supone llegar hasta él con ayuda del dispositivo y lo que habría significado en caso de no disponer del sistema, tanto en tiempo como en combustible.
- Identificar puntos de agua, apriscos o necesidad de éstos en los pastos de alta montaña.

En total la entrevista al usuario del sistema tiene un total de 51 ítems. Los 8 primeros constituyen la sección I y nos sirven para la identificación del ganadero; los siguientes 17 son los ítems de la sección II y nos ayudan a caracterizar la ganadería; y los últimos 26 son las preguntas de la sección III diseñadas para obtener información relativa al uso del dispositivo GPS por parte del ganadero.

Lo que conseguimos con esta entrevista es interpretar los datos plasmados en los mapas de posicionamiento y analizar a partir de ellos las consecuencias del uso del sistema GPS.

En el Anexo III aparece un modelo de la entrevista realizada.

### **5.3.6 Encuesta a personal técnico**

El destinatario de la encuesta es personal técnico que trabaja o tiene relación con ganadería extensiva.

La encuesta se ha diseñado para conocer en qué medida les facilitaría el trabajo de conservación y de control del ganado dentro de esta área, y saber si le aportaría información adicional que mejore la calidad del mismo.

La encuesta consta de dos secciones:

1. Datos profesionales: Gracias a ella identificamos el sector al que pertenece el técnico, ya sea veterinario, agente forestal, etc. y su nivel de experiencia.
2. Uso del sistema GPS: Es la sección clave de la encuesta, ya que en ella los técnicos expresan cómo influyen los datos que ofrece el sistema en su forma de trabajar, en qué medida le ayuda y la potencialidad de las funciones que están en desarrollo.

En total la encuesta al personal técnico tiene un total de dieciocho ítems. Tres se corresponden con la primera sección, para caracterizar al técnico profesionalmente y 15 son las preguntas de la siguiente sección, diseñada para conocer cómo se percibe el impacto que tiene el uso del dispositivo GPS en el manejo de la ganadería extensiva.

En el Anexo IV aparece un modelo del cuestionario realizado.

## 6. Resultados y discusión

---

### 6.1 Percepción y potencial de uso de sistemas de posicionamiento en la ganadería pastoral

La introducción de la tecnología GPS en la ganadería pastoral puede ayudar significativamente al ganadero en su actividad rutinaria.

Más aún en el ámbito de la alta montaña, donde el acceso a los diferentes puntos donde el ganado se encuentra en semi-libertad durante los periodos de deshielo es tan complejo y requiere de una cantidad enorme de tiempo.

Se prevé un ahorro significativo en tiempo y dinero, y lo que es aún más importante, una disminución del estrés al ganadero provocado por la incertidumbre que trae consigo el no saber cómo y dónde se encuentran sus animales diariamente.

Aparte de la localización, el dispositivo tiene un gran potencial funcional.

Junto con otras tecnologías incorporadas basadas en sensores y acelerómetro, tiene la capacidad de obtener datos del animal que, una vez procesados por complejos algoritmos diseñados específicamente para ello, pueden ofrecer una información muy útil al ganadero en materia de salud y prevención de acontecimientos.

### 6.2 Estudio de caso de ganadería vacuna en el PN de Sierra Nevada

El estudio de caso se realiza en una explotación ganadera situada en Alquife, municipio situado en la parte meridional de la comarca de Guadix, provincia de Granada.

Torcuato Aguilera es un ganadero de segunda generación, tiene 43 años de edad.

Su caso representa a la mayoría de ganaderos de vacuno de raza autóctona de alta montaña en Sierra Nevada, en cuanto a tamaño de la ganadería, los problemas que encuentra, las necesidades que identifica, etc.

La entrevista realizada a Torcuato, ganadero usuario de más de un año del dispositivo GPS, ha servido para analizar lo que ha significado el uso del dispositivo GPS en términos de ahorro monetario y de tiempo.



Dispone de cuatro dispositivos que coloca en forma de collar en los animales con un carácter más de líder o más deprimida, que tienda a apartarse del grupo (Ilustración 6), “*aunque si pudiera, se lo pondría a todos*” (en palabras de Torcuato).

Con ayuda de los mapas, se ha podido contabilizar las distancias recorridas, y los tiempos empleados en su trabajo diario, antes y después usar el sistema GPS.

A través de la entrevista, obtenemos la siguiente información:

- *Caracterización de su rebaño.*

Su ganadería consta de unos 120 ejemplares, de los cuales 95 son madres, 2 machos (Ilustración 7), 15 crías, y el resto de reposición. Está en crecimiento, pero con la idea de no hacerlo mucho más por dos razones fundamentales:

1. La gestiona él solo. Un mayor tamaño implicaría tener a más personas dedicadas al rebaño.
2. Su idea es dar a la carne de vaca Pajuna procedente de su ganadería un carácter de calidad frente a cantidad.



*Ilustración 6. Vaca Pajuna con collar GPS en la ganadería de Torcuato Aguilera, Alquife, diciembre 2019*



*Ilustración 7. Macho Pajuno de la ganadería de Torcuato Aguilera, Alquife, diciembre 2019*

- *Caracterización de pastos y manejo.*

Las vacas pastan en una superficie pública del ayuntamiento, de entre 4000 y 5000 hectáreas. Lo hacen entre los meses de mayo y diciembre junto con otras ganaderías de la zona, vacunas, caprinas y ovinas. Durante estos meses, sube cada día a controlar a su ganado.

Cuando el ganado está en la montaña, su alimentación es básicamente la del pasto, aunque complementa con forraje y pienso. Fuera de esta época, cuando baja al ganado, su alimentación es a base de forraje y pienso.

Tiene una época de partos, entre octubre y diciembre, aunque a veces tiene partos no dirigidos fuera de estas fechas, consecuencia de tener el ganado en libertad.

- *Problemas identificados en la ganadería de alta montaña.*

Durante la entrevista, Torcuato describió enérgicamente los problemas (y las posibles soluciones) con los que se encuentra diariamente en la realización de su actividad.

En el manejo:



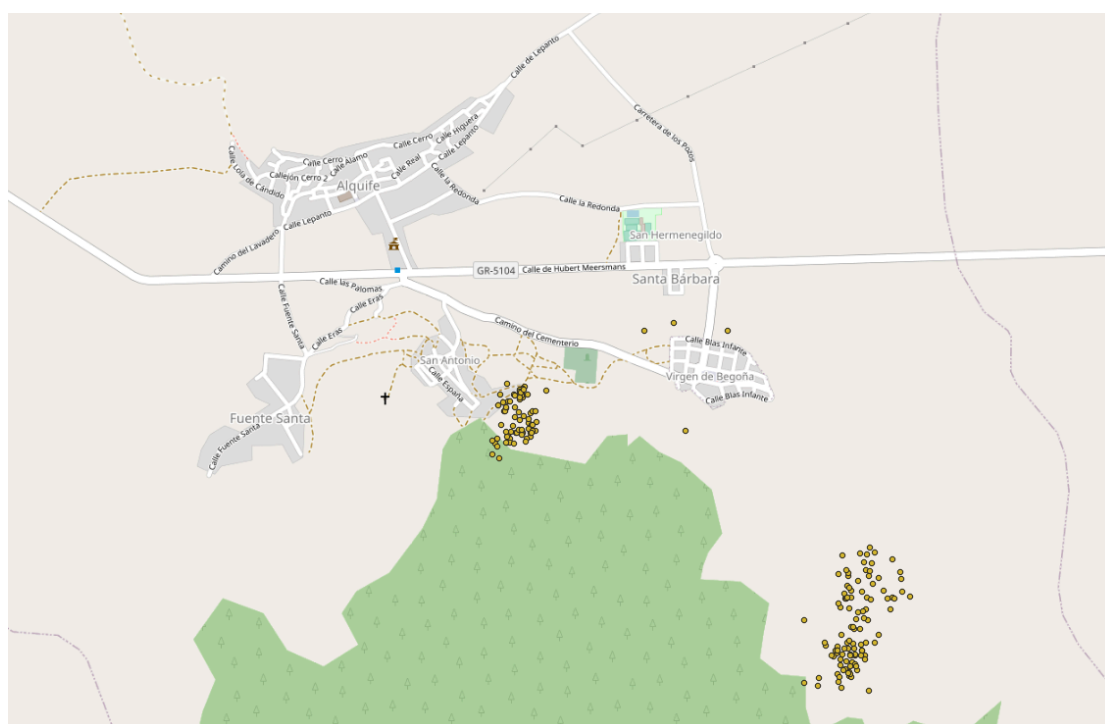
- Falta de pastos.
- Falta de relevo generacional.
- Falta de gente con conocimiento para cubrir vacaciones y otros momentos en los que no puede atender el ganado.
- Falta de infraestructuras en alta montaña, como apriscos y puntos de agua.

En la venta:

- Bajo precio de los terneros.
- Consumidor poco informado y engañado por carniceros que venden como carne pajuna algo que no lo es.

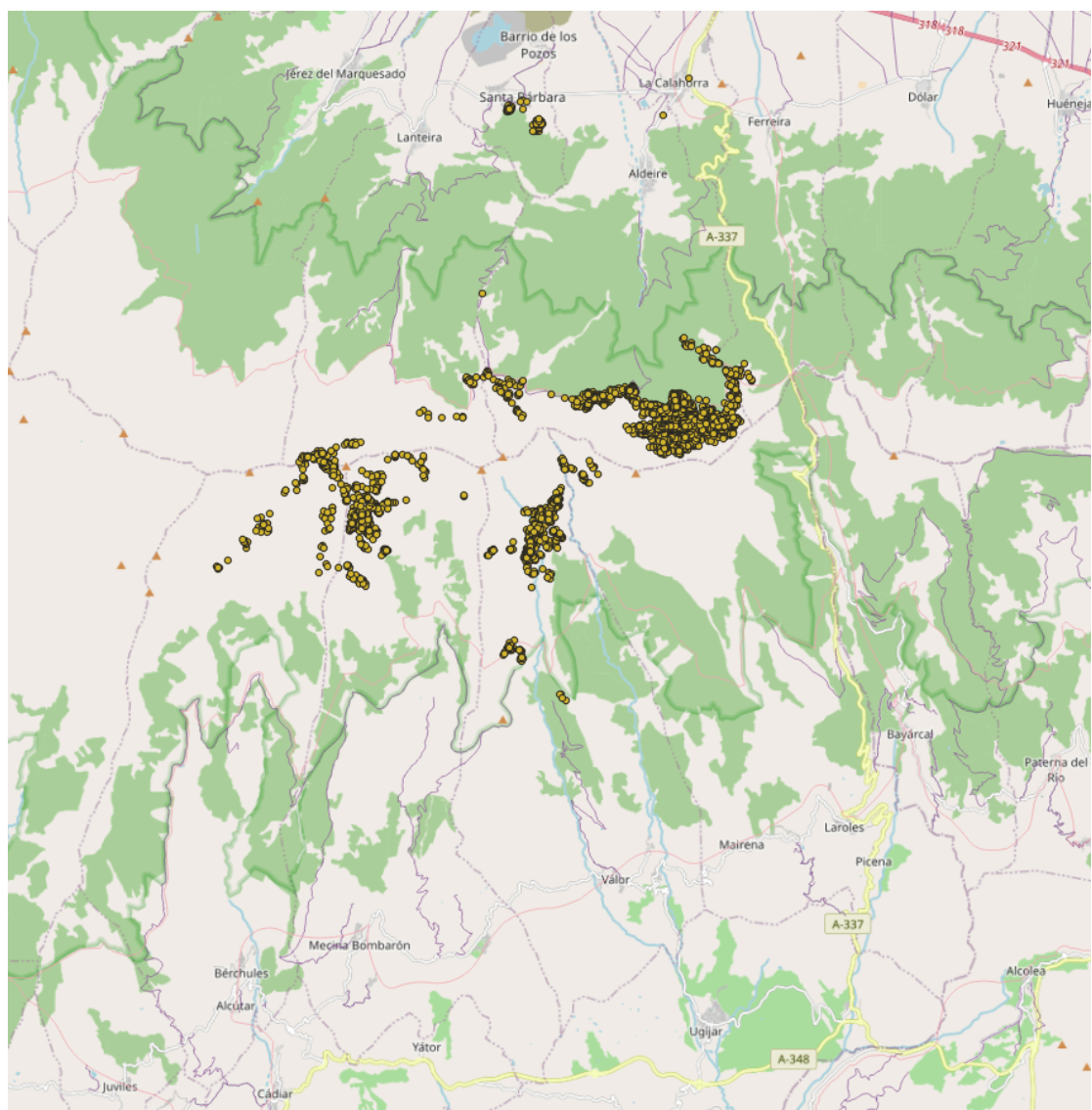
- *Situación del ganado en ambas épocas y caminos recorridos por el ganadero.*

Durante los meses de diciembre a abril, el ganado está “abajo” junto al pueblo donde reside el ganadero (Ilustración 8).



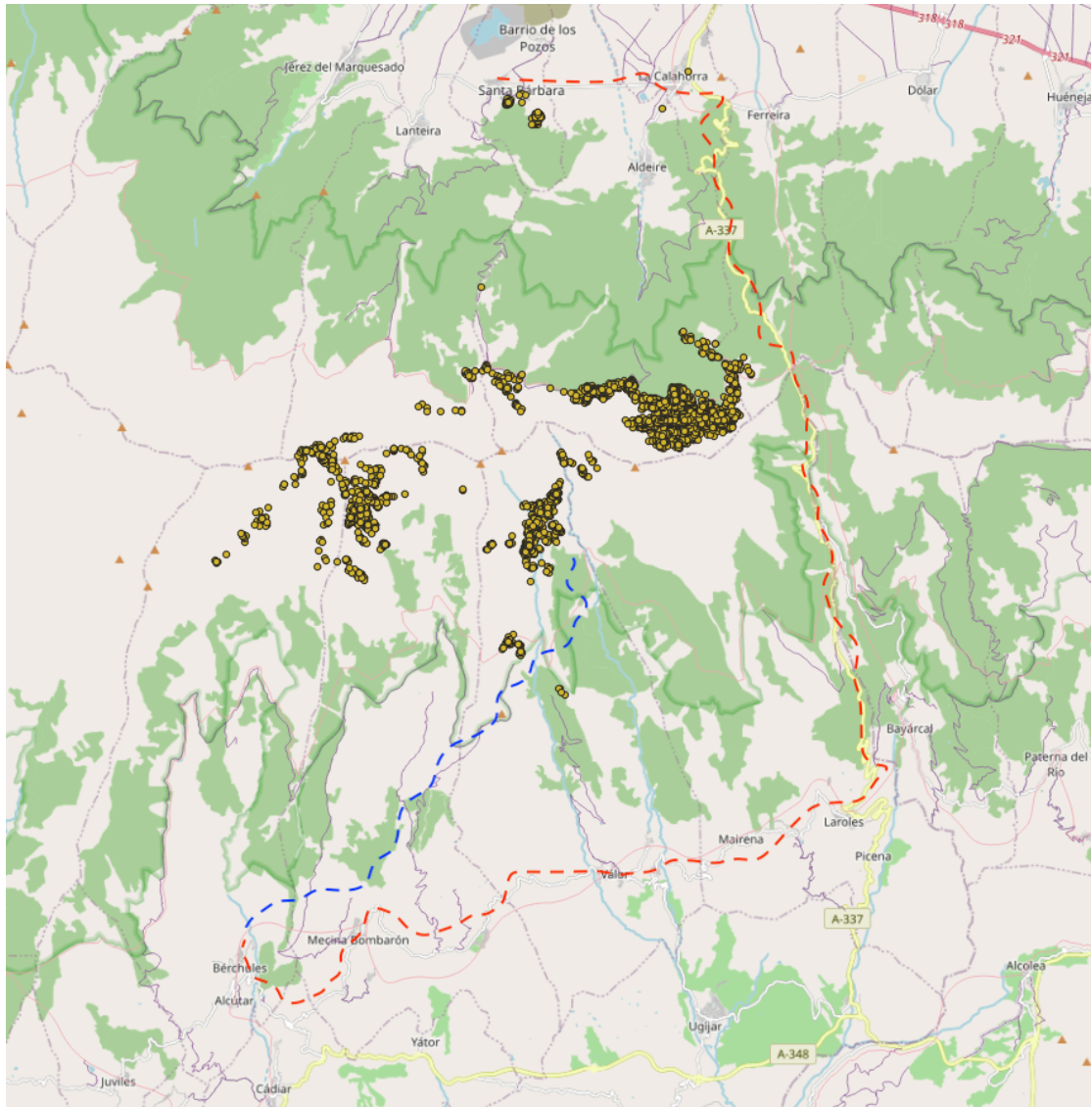
*Ilustración 8. Localización del ganado en invierno. Fuente digitanimal y Rediam*

Ya en mayo, con el deshielo, comienza a poder subirlos a la montaña para aprovechar los pastos que quedan al descubierto (Ilustraciones 9, 11).



*Ilustración 9. Localización del ganado en los meses de verano. Fuente: Digitanimal y Rediam*

Para llegar adonde está el ganado en los meses de verano, el ganadero alcanza a recorrer unos 80 km por carreteras de montaña, lo que le suponen una hora y media aproximadamente en coche más otra media hora caminando o a caballo (Ilustración 10). Esto en el mejor de los casos, es decir, cuando adivina su posición, cosa que se asegura usando el dispositivo de localización.



*Ilustración 10. Desplazamiento en coche (línea roja) y caminando o a caballo (línea azul) del ganadero hasta su ganado en la montaña*

Antes de disponer del dispositivo de localización, en algunas ocasiones, le suponía emplear toda la jornada en busca del ganado.

Saber de antemano la posición de su ganado, no le evita tener que ir a verlo personalmente, aunque sí reduce el número de veces que va a verlo por semana. Además, le asegura un empleo eficiente del tiempo, menos estrés y un ahorro en combustible considerable.

El viaje en coche por carreteras de montaña a lo largo de 160 km, considerando el viaje de vuelta, suponen un consumo de unos 8/100km litros de combustible. Si consideramos un precio de 1,10 €/l, el gasto en combustible sería de unos 14,08€ diarios, que se traduce en un gasto mensual de 422,40€ y anual de 5068,80€.

Antes de tener el dispositivo, el desplazamiento a la montaña era diario. En cambio, una vez que se tiene el control de la localización del ganado, puede reducir los desplazamientos en un 50% aproximadamente.

Si con el GPS se reduce el desplazamiento a la mitad, sólo en combustible estaríamos reduciendo el gasto en 211,20€ mensuales, lo que supondría un ahorro de 2534,40€ anual. A esto habría que sumar el ahorro en mantenimiento del vehículo.

El coste del GPS es de 170€ por unidad. Si el ganadero usara 4 GPS para colocar en los animales más líderes, tendría un gasto de 620€ de inversión inicial más 160€ por cambios de batería anual, lo que sumarían un gasto total de 780€ anual.

Por otro lado, sabiendo de antemano adónde se tiene que dirigir para encontrarse con sus animales “*va a tiro hecho*”, y sabe a priori el tiempo que va a emplear en llegar hasta él, los kilómetros que va a recorrer y el combustible que va a gastar.

- *Otros aspectos generales sobre el sistema GPS*

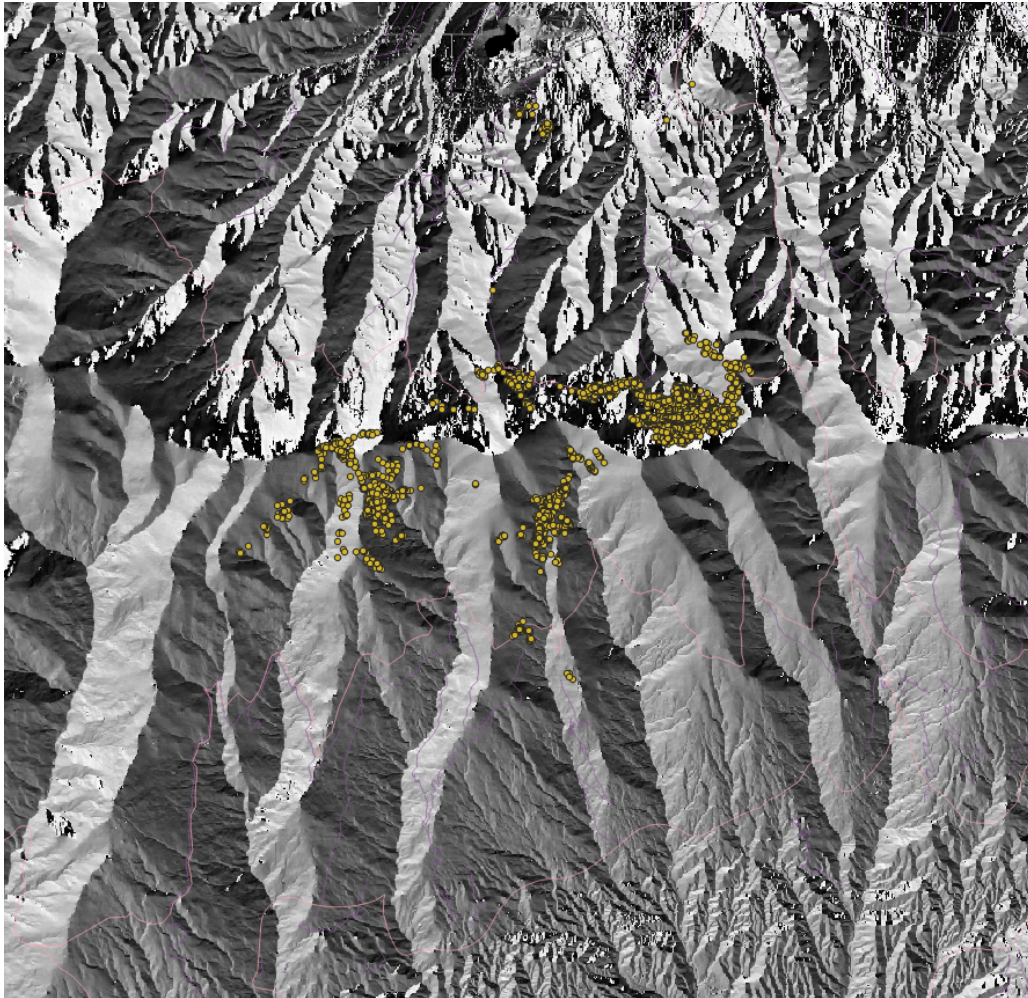
En la entrevista Torcuato aseguró que el ahorro en combustible era “*muchísimo*”.

También le daba la mayor valoración al sistema de alertas del cercado virtual y expresaba con entusiasmo la cantidad de tiempo que ahorra desde que usa el dispositivo.

Espera con relativa avidez las funcionalidades que le permitan detectar partos y enfermedades y estado de celo con cierta antelación, aunque cree que las mayores virtudes del sistema son las que ya están en funcionamiento.

Los principales inconvenientes que le ve al sistema son el precio y la cobertura: “*Funciona donde hay cobertura de teléfono*”. El equipo técnico de Digitanimal tendría que estudiar la viabilidad de implementar una red de acceso al sistema Sigfox para poder cambiar el sistema de transmisión y dejar de usar el GSM de telefonía móvil con cobertura limitada en este momento, a no ser que estuviese previsto mejorar la cobertura móvil.





*Ilustración 11. Localización del ganado en verano. Capa de pendientes. Fuente: Digitanimal y Rediam*

A través de la información obtenida con la entrevista, se ha podido verificar el cumplimiento de la hipótesis planteada en este trabajo, es decir, realmente el ganadero gana en tranquilidad y calidad de vida al tener la posibilidad de conocer la posición de su ganado a través de la aplicación en el teléfono móvil, sin tener que desplazarse en busca del mismo.

Una frase espontánea que pronunció Torcuato durante la entrevista resume su sentir respecto al sistema objeto de estudio: *“Los GPS es de las pocas cosas que han hecho pensando en el bienestar del ganadero”*.

### 6.3 Análisis de los datos recogidos mediante encuesta a técnicos de ganadería extensiva de Andalucía

La encuesta fue contestada por un total de 16 técnicos relacionados con ganadería extensiva en Andalucía. La mayoría de ellos son investigadores y veterinarios con más de diez años de experiencia.

El 94% conoce el sistema de localización por satélite aplicado a ganadería y el 19% ha trabajado con él.

El 100% considera la herramienta útil (37,5%) o muy útil (62,5%) para la ganadería extensiva en general.

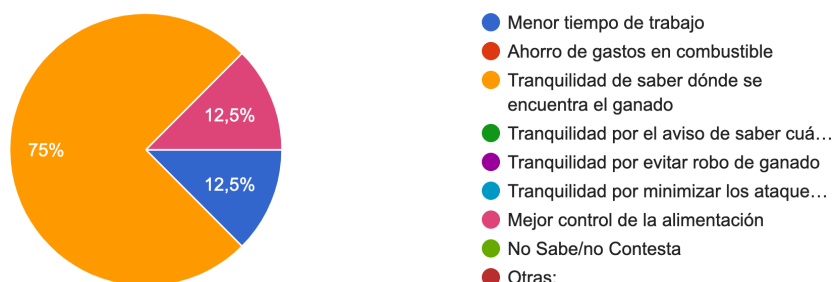
Especificando la modalidad de ganadería extensiva, la utilidad percibida de la herramienta es mayor en modelos ganaderos de animales sueltos en monte público o comunales, que en modelos ganaderos en grandes fincas valladas y modelos ganaderos con pastoreo guiado, en ese orden. Habiendo un 37,5% que lo encuentra indiferente (12,5%) o nada útil (25%) en este último caso.

Por otro lado, la herramienta es percibida como mucho más útil en ganado vacuno que en caprino y ovino, siendo el porcino el ganado donde menos bondades aportaría la herramienta. Y es en ese mismo orden la cantidad ganaderos de cada tipo conocidos por los técnicos, no conociendo a ningún ganadero porcino usuario del sistema.

En cuanto a las ventajas que aporta el sistema, la mayoría identifica la tranquilidad de saber dónde se encuentra el ganado como la mayor de ellas, coincidiendo con la percepción del ganadero entrevistado (junto con el ahorro en tiempo trabajado). Pero hay un 12,5% que ve en el control de la alimentación del ganado la mayor ventaja (Ilustración 12).

Entre las ventajas que ofrece para el ganadero extensivo, ¿cuál piensa que es la más beneficiosa? (marque una opción)

16 respuestas



*Ilustración 12. Ventajas del sistema percibidas por técnicos en ganadería extensiva*

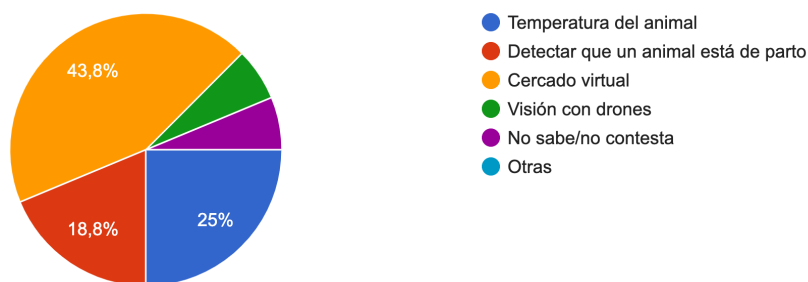
Las mayores desventajas que perciben los técnicos tienen que ver con la supuesta menor vigilancia de los animales y de las áreas por donde se mueven.

En cuanto al impacto medioambiental que puede tener el uso de la herramienta, destaca la posibilidad de controlar y evitar el sobrepastoreo (62,5%), mientras que un 18,8% no ve utilidad alguna en el medioambiente.

A la hora de valorar el resto de aplicaciones de la herramienta, el vallado virtual es claramente el mejor valorado (Ilustración 13), seguido de la temperatura del animal y de la detección del estado de parto con antelación. El resultado es similar a lo percibido por Torcuato, el ganadero encuestado.

Además del posicionamiento de los animales, la herramienta ofrece otras opciones ¿cuál de ellas piensa que puede ser más interesante?

16 respuestas

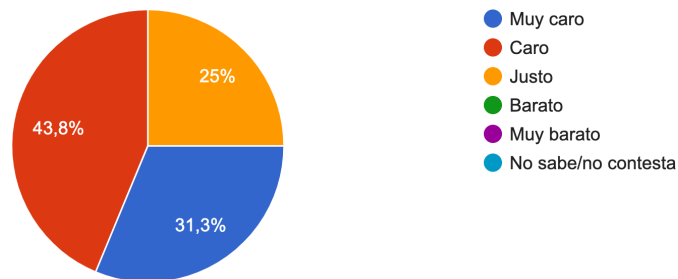


*Ilustración 13. Valoración de otras aplicaciones de la herramienta*

El precio del dispositivo es percibido como caro o muy caro por el 75% de los técnicos encuestados (Ilustración 14). Coincide con la percepción del ganadero entrevistado, que entiende que el precio es “carísimo”. Sin embargo, aun hay una cuarta parte de los encuestados entiende que el precio del dispositivo es justo.

Actualmente el precio de estos aparatos está entre 160 y 220 €/animal ¿piensa que este precio es?

16 respuestas



*Ilustración 14. Valoración del precio del dispositivo*

## 6.4 Análisis de los datos Digitalanimal - Rediam - RIA

Los datos sobre los que hemos trabajado han sido:

1. Los obtenidos por 4 dispositivos adosados a 4 animales de la ganadería objeto del estudio de caso. Facilitados por Digitalanimal, se trata de una recopilación de muestras que recoge el dispositivo y envía a los servidores, cuya información comprende las coordenadas de la posición en la que se encuentra, la fecha y hora de la muestra, la temperatura y algunos parámetros del acelerómetro incorporado en el aparato. Los datos abarcan desde mayo a septiembre de 2019, es decir, los meses en los que los animales están pastoreando en las zonas altas de montaña.
2. Capas de REDIAM: Elevaciones, pendientes, orientaciones, cobertura y ortofoto (para mejor reconocimiento de poblaciones y vías), son las variables utilizadas para el análisis.
3. Datos meteorológicos de la Red de Información Agroclimática de Andalucía (RIA), recogidos por la estación meteorológica situada en Jerez del Marquesado. Precipitaciones, temperatura, viento, humedad y radiación son las variables que se han utilizado para el análisis.

El dispositivo está diseñado para enviar una señal cada treinta minutos con la información ya descrita anteriormente. Cuando dicha muestra no llega a registrarse en los servidores, decimos que ha ocurrido un error.



En este apartado se analiza si la ocurrencia de estos errores está relacionada con las diferentes variables temporales, del terreno o meteorológicas de las que disponemos datos.

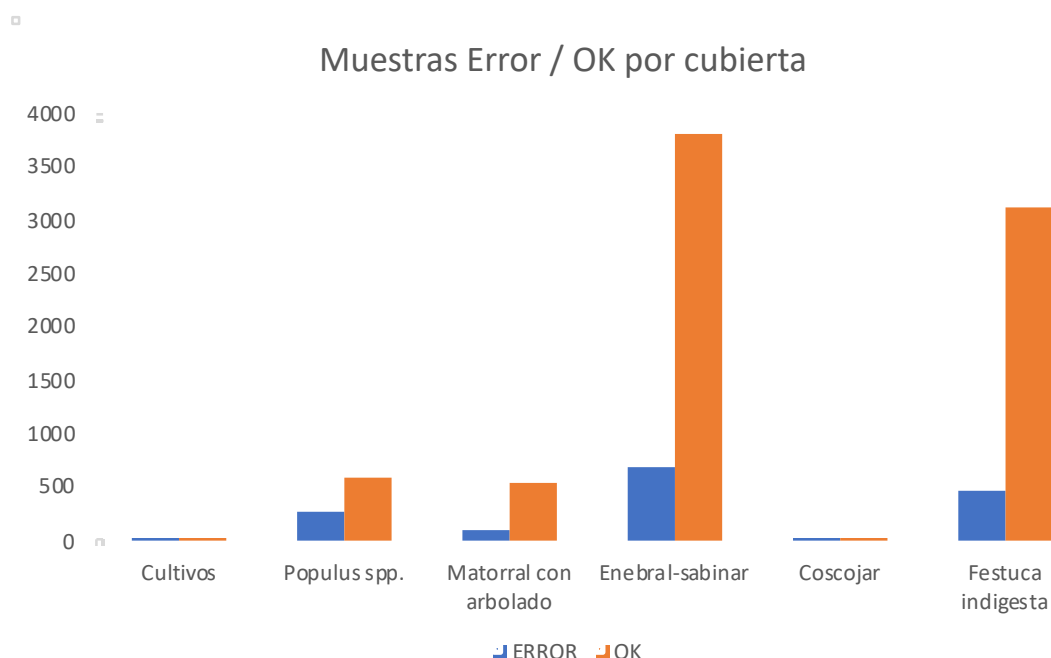
#### 6.4.1 Uso de la cubierta

Observamos el número de muestras recogidas en cada tipo de cubierta presente en las áreas frecuentadas por los animales y cómo se comporta el sistema en cada una de ellas (Tabla 2, Ilustración 15).

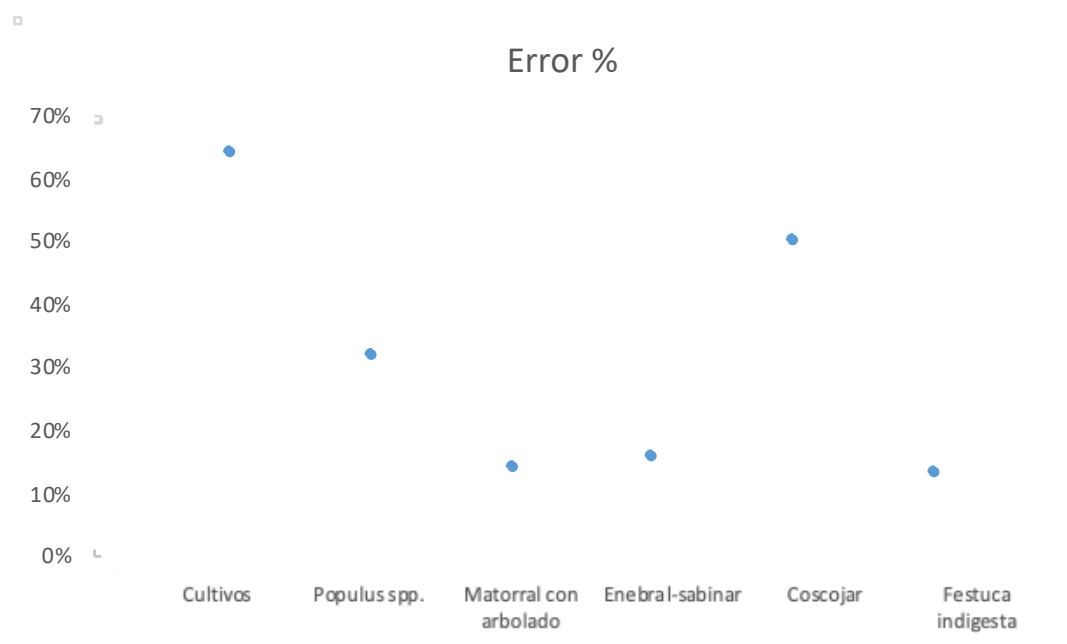
| CUBIERTA | Cultivos | Populus spp. | Matorral con arbolado | Enebral-sabinar | Coscojar | Festuca indigesta |
|----------|----------|--------------|-----------------------|-----------------|----------|-------------------|
| ERROR    | 16       | 274          | 87                    | 696             | 3        | 470               |
| OK       | 9        | 591          | 532                   | 3803            | 3        | 3115              |
| TOTAL    | 25       | 865          | 619                   | 4499            | 6        | 3585              |
| ERROR %  | 64%      | 32%          | 14%                   | 15%             | 50%      | 13%               |

*Tabla 2. Número de muestras y porcentaje de error por cubierta*

Las cubiertas con mayor presencia son enebral-sabinar y festuca indigesta. En menor medida los animales frecuentan zonas de arbolado y matorral con arbolado, y de forma insignificante, uso de cubierta destinada a cultivo.

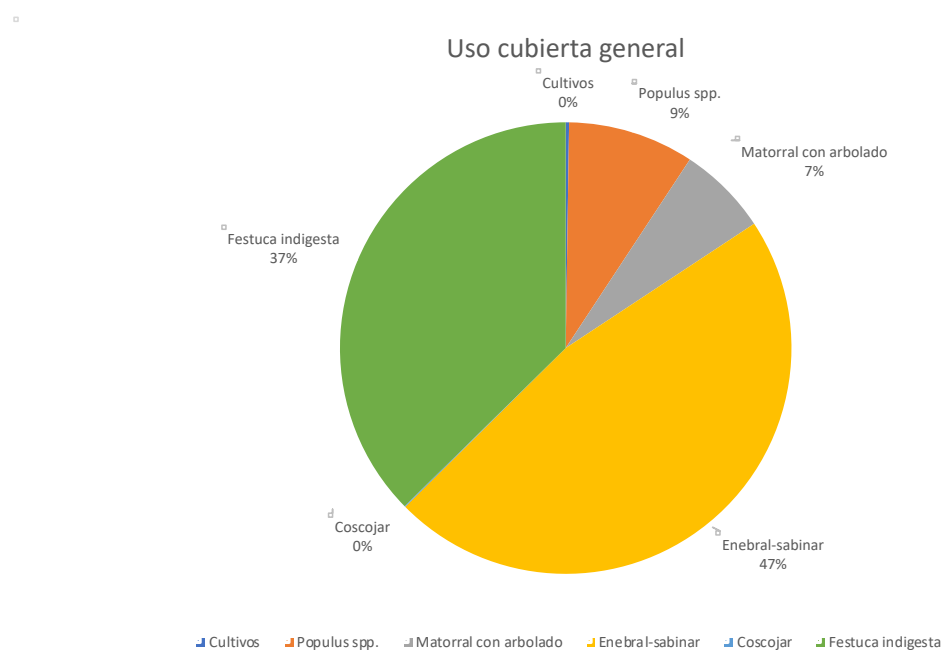


*Ilustración 15. Muestras correctas e incorrectas por cubierta*



*Ilustración 16. Porcentaje de error por tipo de cubierta*

Los terrenos de cultivo y coscojar, aportan un número de muestras despreciable (Ilustración 17). El resto presenta un error entorno al 15% (Ilustración 16), excepto el caso del arbolado que lo duplica. El nivel de señal GSM que llega a estas áreas de alta montaña suele ser débil, y cualquier obstáculo que provoque cierta atenuación en la señal puede ocasionar pérdida de datos y por lo tanto errores.



*Ilustración 17. Porcentaje de muestras totales según el tipo de cubierta*

## 6.4.2 Pendiente

Observamos el número de muestras recogidas en cada tipo de pendiente presente en las áreas frecuentadas por los animales y cómo se comporta el sistema en cada una de ellas (Tabla 3).

No hay una tendencia clara de la tasa de error. Quizá podría determinarse que, a mayor número de muestras, el porcentaje de error es menor.

El tramo del 30% al 40% de pendiente es donde se obtienen más muestras y donde la tasa de error es menor (Ilustración 18). A medida que nos alejamos de este tramo, disminuye el número de muestras y aumenta el porcentaje de errores.

La mayoría de las muestras se registran en puntos donde la inclinación del terreno es del 10% al 60%. El número de muestras obtenidas con pendientes del 0% al 10% y del 60% al 90% son despreciables (Ilustración 19).

| PENDIENTE (%) | 0 - 10 | 10 - 20 | 20 - 30 | 30 - 40 | 40 - 50 | 50 - 60 | 60 - 70 | 70 - 80 | 80 - 90 |
|---------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ERROR         | 51     | 172     | 367     | 500     | 332     | 91      | 27      | 5       | 1       |
| OK            | 71     | 747     | 1680    | 3093    | 1940    | 418     | 80      | 18      | 5       |
| TOTAL         | 122    | 919     | 2047    | 3593    | 2272    | 509     | 107     | 23      | 6       |
| ERROR %       | 42%    | 19%     | 18%     | 14%     | 15%     | 18%     | 25%     | 22%     | 17%     |

Tabla 3. Número de muestras y porcentaje de error por nivel de pendiente

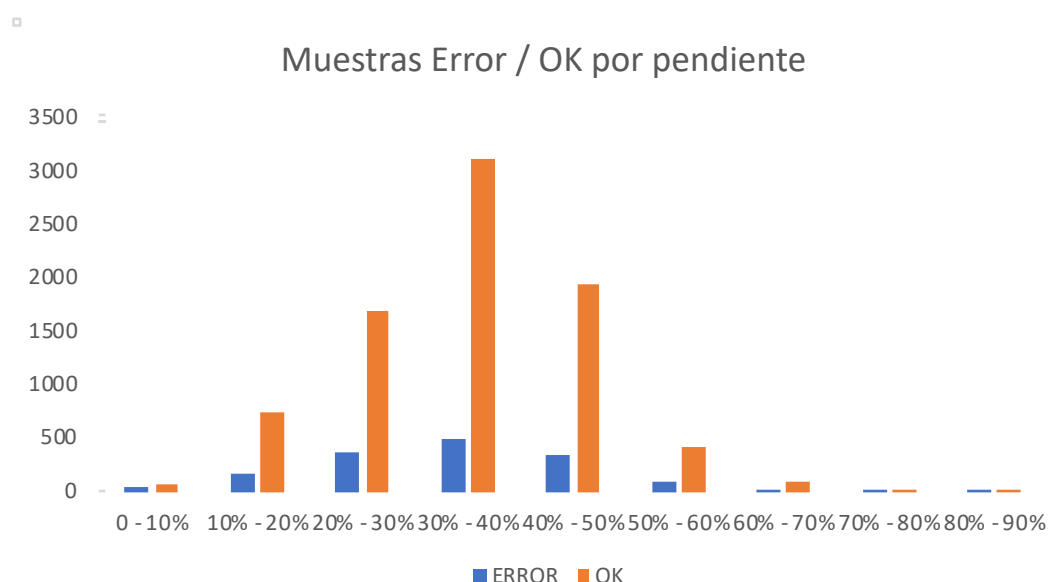
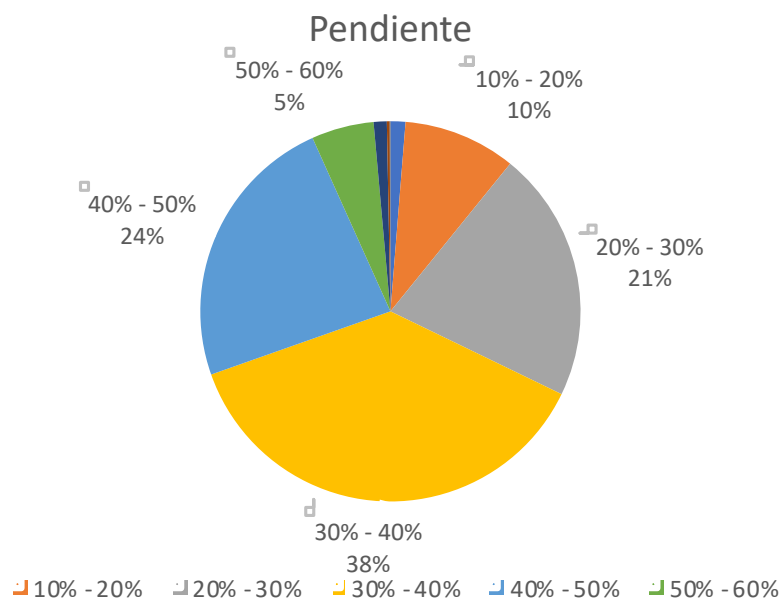


Ilustración 18. Muestras correctas e incorrectas por nivel de pendiente



*Ilustración 19. Porcentaje de muestras tomadas según el nivel de pendiente*

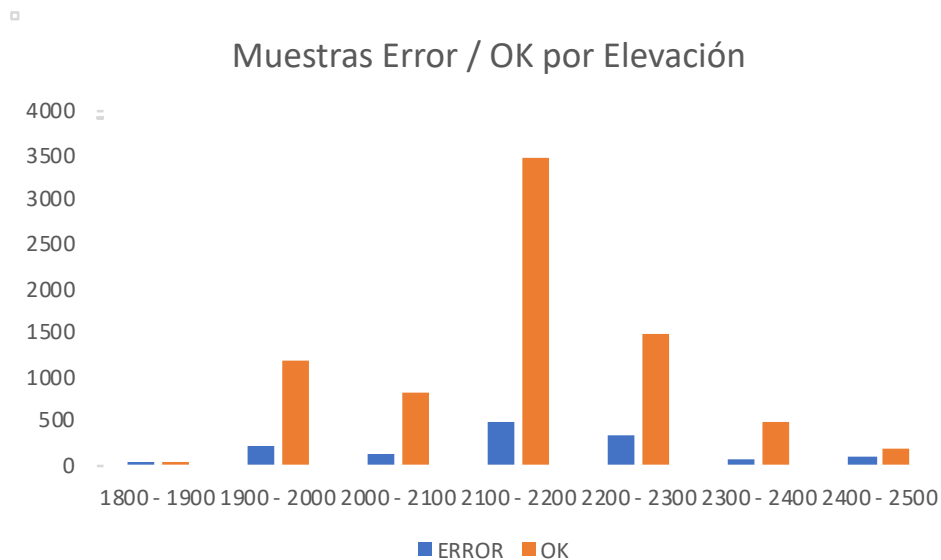
### 6.4.3 Elevación

Observamos el número de muestras recogidas en cada tramo de altitud presente en las áreas frecuentadas por los animales y cómo se comporta el sistema en cada una de ellas (Tabla 4).

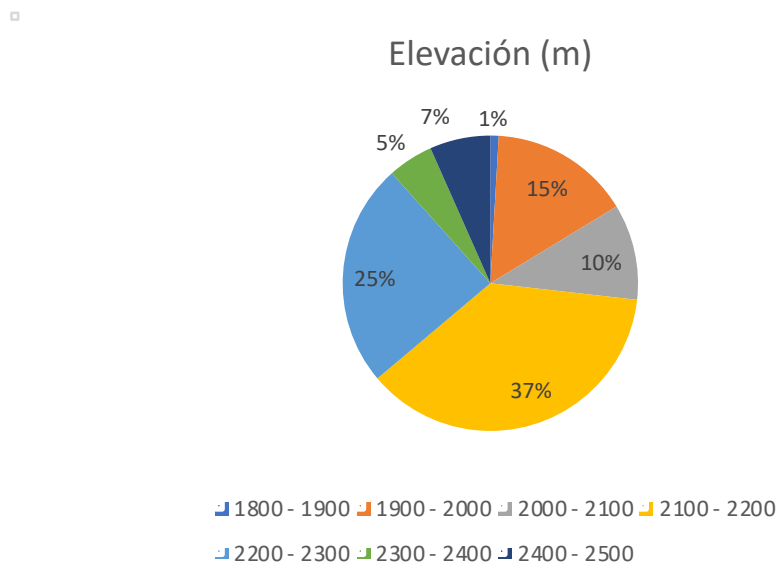
La mayoría de muestras están tomadas a una altitud de entre 1900 y 2400 metros (Ilustración 20).

| ELEVACIÓN (m) | 1800-1900 | 1900-2000 | 2000-2100 | 2100-2200 | 2200-2300 | 2300-2400 | 2400-2500 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ERROR         | 12        | 204       | 139       | 491       | 325       | 66        | 88        |
| OK            | 8         | 1189      | 822       | 3478      | 1475      | 479       | 189       |
| TOTAL         | 20        | 1393      | 961       | 3969      | 1800      | 545       | 277       |
| ERROR %       | 60%       | 15%       | 14%       | 12%       | 18%       | 12%       | 32%       |

*Tabla 4. Número de muestras y porcentaje de error por altitud*



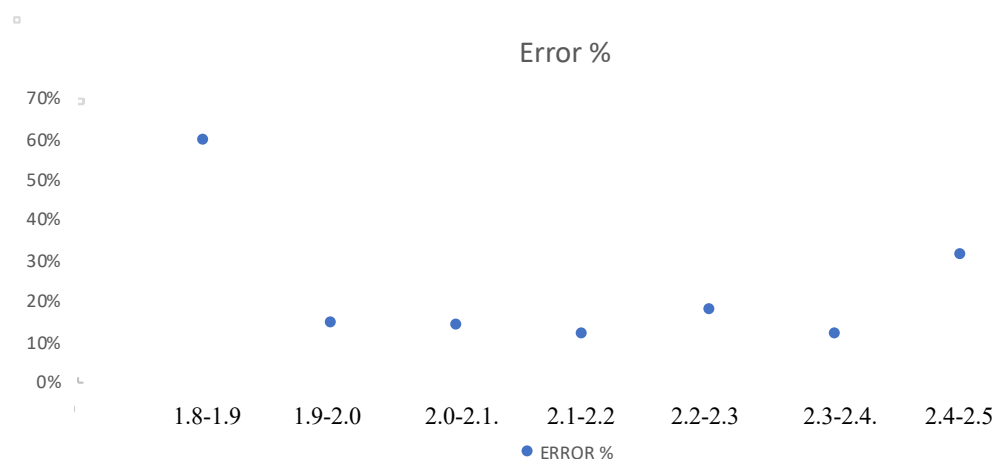
*Ilustración 20. Muestras correctas e incorrectas por altitud*



*Ilustración 21. Porcentaje de muestras por altitud*

Si centramos el análisis del porcentaje de error en las altitudes de mayor concentración de muestras, observamos que realmente de 1800 a 1900 metros de altitud apenas hay muestras, por lo que el porcentaje de error no es significativo. Aproximadamente lo mismo ocurre en el rango de 2400 a 2500 metros. En ambos márgenes el porcentaje de error se dispara (Ilustración 22).

El 91% de las muestras están recogidas entre 1900 y 2300 metros (Ilustración 21) y el porcentaje de error se mantiene aproximadamente constante (Ilustración 22).



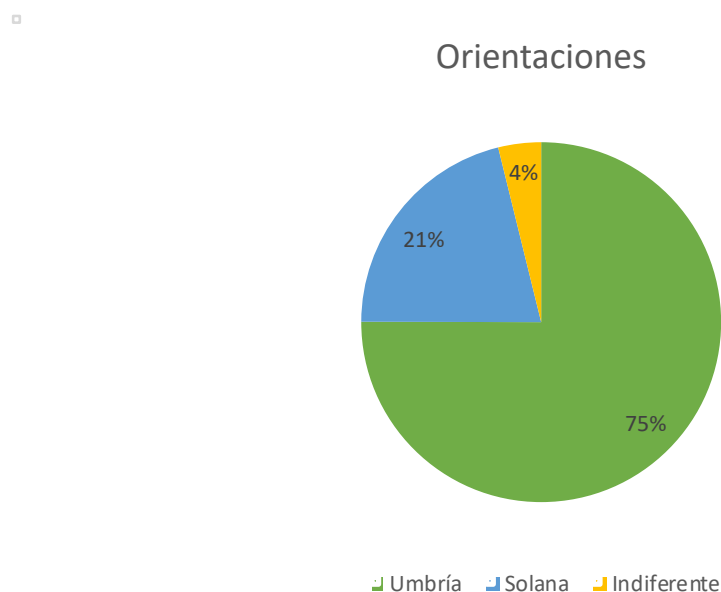
*Ilustración 22. Porcentaje de error según la altitud (x1000m)*

#### 6.4.4 Orientación

Observamos el número de muestras recogidas en cada tipo de orientación presente en las áreas frecuentadas por los animales y cómo se comporta el sistema en cada una de ellas (Tabla 6). También se muestran dichas cifras agrupando las orientaciones según sean de solana, umbría o indiferente (Tabla 7), atendiendo a los criterios mostrados en la Tabla 5.

El 75% de las muestras se encuentran en zonas de umbría (Ilustración 23).

Teniendo en cuenta las altas temperaturas que se alcanzan durante los meses de verano al sol en esta área, quizá es lógico pensar que los animales buscan las zonas más frescas y por tanto sombrías para aliviar el calor.



*Ilustración 23. Porcentaje de muestras por orientación*

| Grados de orientación de la pendiente | Correspondencia solana/umbría |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| (-1) – 0                              | Indiferente                   |
| 0 – 67,5                              | Umbría                        |
| 67,5 – 90                             | Indiferente                   |
| 90 – 247,5                            | Solana                        |
| 247,5 – 270                           | Indiferente                   |
| 270 – 360                             | Umbría                        |

Tabla 5. Orientación. Correspondencia solana y umbría. Fuente:

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam>

|                 | Umbría   | Indiferente | Solana     | Indiferente | Umbría    |
|-----------------|----------|-------------|------------|-------------|-----------|
| ORIENTACIÓN (º) | 0 - 67,5 | 67,5 - 90   | 90 - 247,5 | 247,5 - 270 | 270 - 360 |
| ERROR           | 302      | 71          | 549        | 52          | 572       |
| OK              | 1600     | 160         | 1478       | 86          | 4729      |
| TOTAL           | 1902     | 231         | 2027       | 138         | 5301      |
| ERROR %         | 16%      | 31%         | 27%        | 38%         | 11%       |

Tabla 6. Muestras según orientación

| ORIENTACIÓN | Umbría | Solana | Indiferente |
|-------------|--------|--------|-------------|
| ERROR       | 874    | 549    | 123         |
| OK          | 6329   | 1478   | 246         |
| TOTAL       | 7203   | 2027   | 369         |
| ERROR %     | 12%    | 27%    | 33%         |

Tabla 7. Muestras según orientación agrupadas en Umbría y Solana

Observamos que el porcentaje de error es mucho menor en zonas de umbría que en el resto de zonas (Ilustración 24). También es donde se concentran  $\frac{3}{4}$  partes del total de las muestras tomadas.

Es posible que coincida con un mejor nivel de cobertura GSM en dichas áreas.



Ilustración 24. Porcentaje de error según orientación

## 6.4.5 Temperatura

Observamos el número de muestras recogidas según la temperatura máxima (Tabla 8) y mínima (Tabla 9) registradas cada día en las áreas frecuentadas por los animales, y cómo se comporta el sistema en cada una de ellas.

El porcentaje de errores se mantiene entorno al 16% en ambos rangos analizados, no encontrando ningún patrón a destacar (Ilustración 25, Ilustración 26).

| TEMP MAX(°) | 20 - 25 | 25 - 30 | 30 - 40 |
|-------------|---------|---------|---------|
| ERROR       | 238     | 571     | 552     |
| OK          | 1324    | 2849    | 3172    |
| TOTAL       | 1562    | 3420    | 3724    |
| ERROR %     | 15%     | 17%     | 15%     |

Tabla 8. Muestras por temperatura

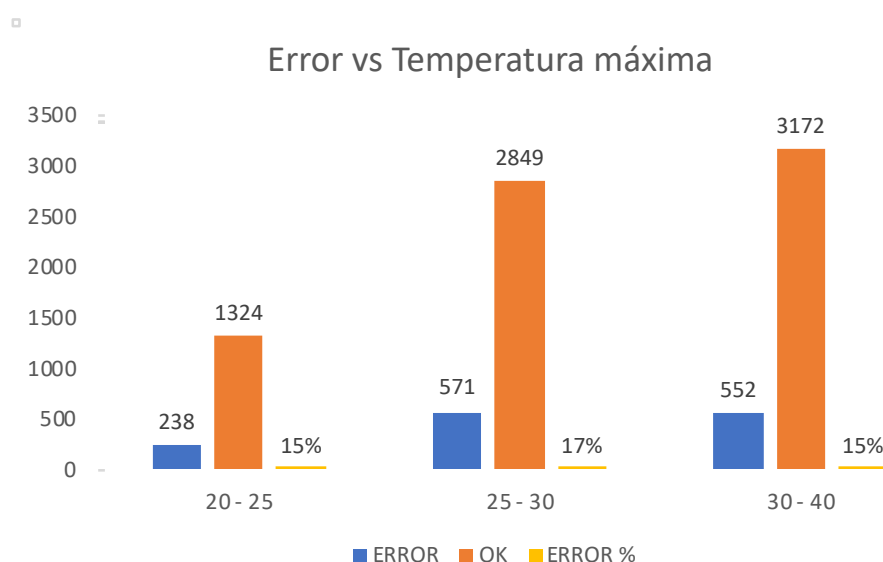


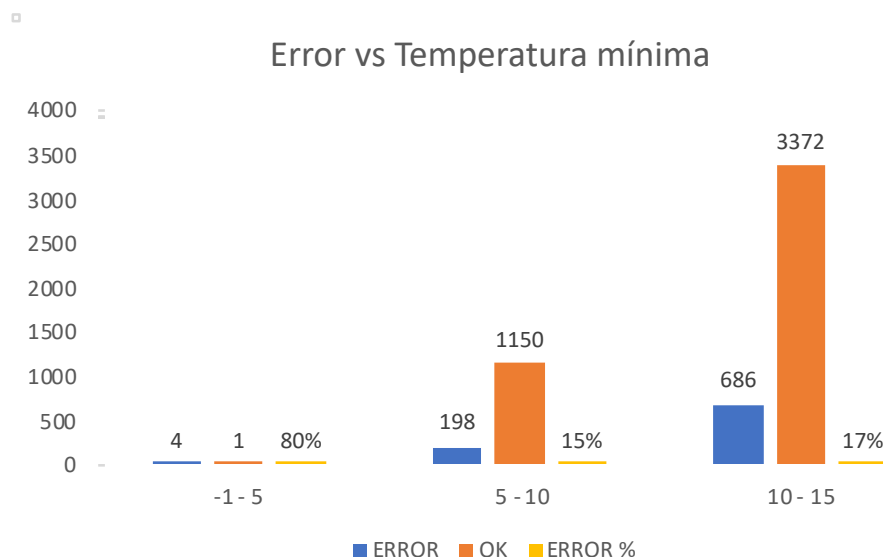
Ilustración 25. Muestras por temperatura máxima y porcentaje de error

El número de muestras tomadas los días con temperaturas mínimas de entre -1° y 5° es despreciable frente al resto, por lo que el porcentaje de error no nos da información relevante (Ilustración 26).

| TEMP MIN(°) | -1 - 5 | 5 - 10 | 10 - 15 |
|-------------|--------|--------|---------|
| ERROR       | 4      | 198    | 686     |
| OK          | 1      | 1150   | 3372    |
| TOTAL       | 5      | 1348   | 4058    |
| ERROR %     | 80%    | 15%    | 17%     |

Tabla 9. Muestras por temperatura mínima





*Ilustración 26. Muestras por temperatura mínima y porcentaje de error*

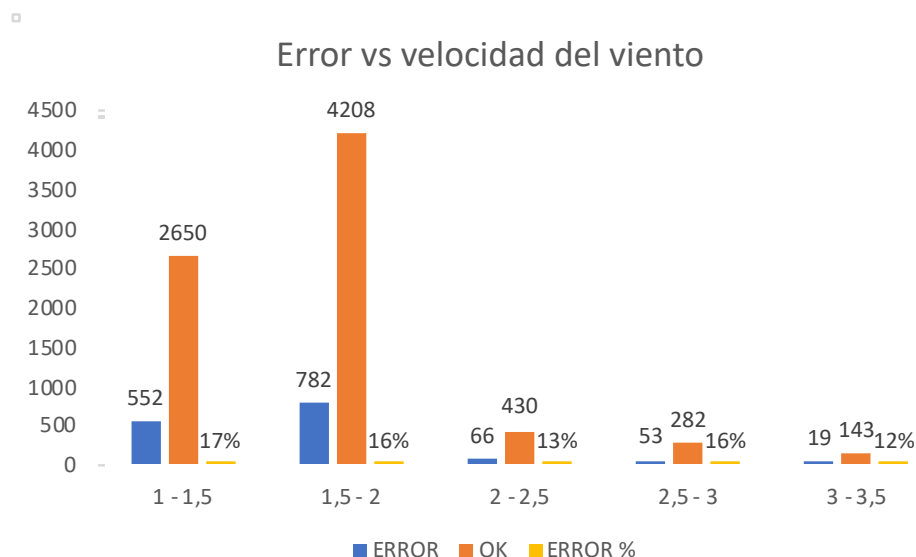
#### 6.4.6 Viento

Observamos el número de muestras recogidas según la velocidad del viento media en las áreas frecuentadas por los animales y cómo se comporta el sistema en cada una de ellas (Tabla 10).

La velocidad del viento no parece determinar la ocurrencia de errores en el dispositivo. El 89% de las muestras se registran en días con una velocidad de viento de entre 1 y 2 m/s, donde el porcentaje de error se mantiene entorno al 16%. En el resto de muestras registradas con mayor velocidad de viento, el porcentaje de error fluctúa sin detectarse ningún patrón claro (Ilustración 27).

| VIENTO (m/s) | 1 - 1,5 | 1,5 - 2 | 2 - 2,5 | 2,5 - 3 | 3 - 3,5 |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ERROR        | 552     | 782     | 66      | 53      | 19      |
| OK           | 2650    | 4208    | 430     | 282     | 143     |
| TOTAL        | 3202    | 4990    | 496     | 335     | 162     |
| ERROR %      | 17%     | 16%     | 13%     | 16%     | 12%     |

*Tabla 10. Muestras por velocidad de viento*



*Ilustración 27. Muestras y porcentaje de error por velocidad de viento (m/s)*

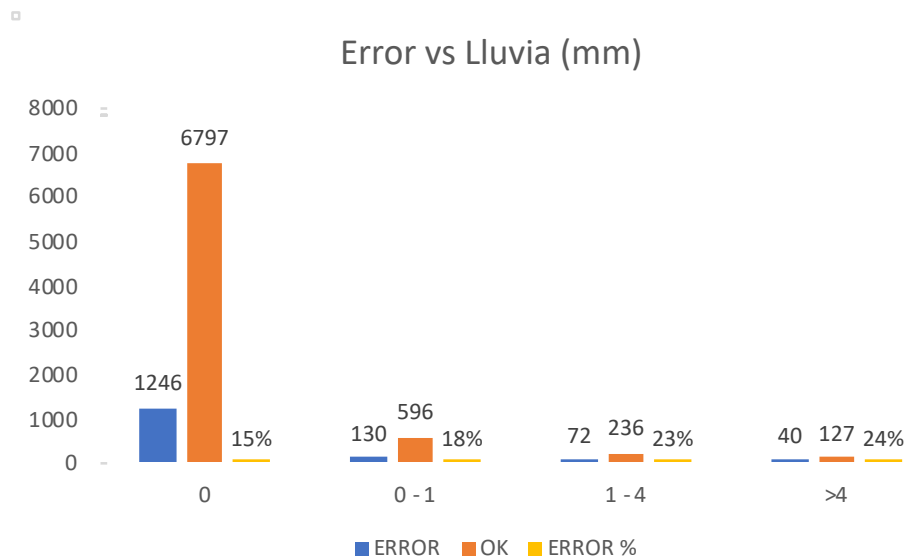
#### 6.4.7 Precipitaciones

Observamos el número de muestras recogidas según el nivel de precipitación en las áreas frecuentadas por los animales y cómo se comporta el sistema en cada una de ellas (Tabla 11).

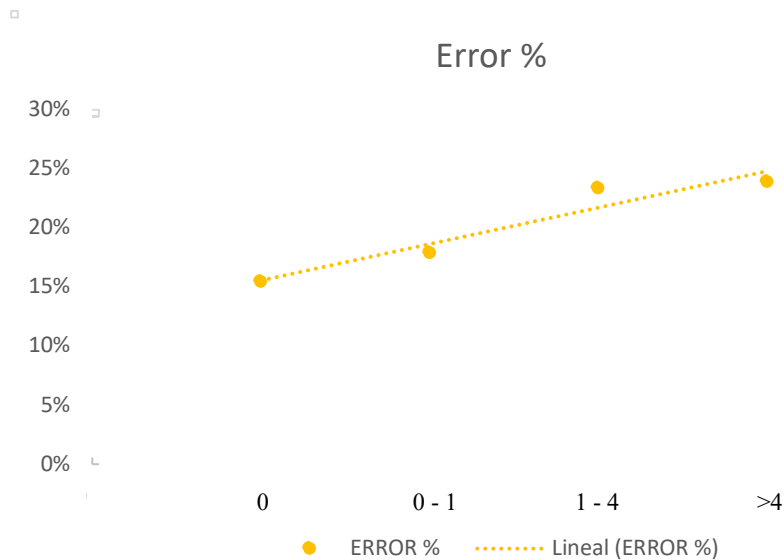
Aunque el número de muestras en ausencia de lluvia representa el 87% del total (Ilustración 28), se observa cierta tendencia del porcentaje de error a medida que aumenta el nivel de precipitación (Ilustración 29).

| LLUVIA (mm) | 0    | 0 - 1 | 1 - 4 | >4  |
|-------------|------|-------|-------|-----|
| ERROR       | 1246 | 130   | 72    | 40  |
| OK          | 6797 | 596   | 236   | 127 |
| TOTAL       | 8043 | 726   | 308   | 167 |
| ERROR %     | 15%  | 18%   | 23%   | 24% |

*Tabla 11. Muestras por nivel de precipitación*



*Ilustración 28. Muestras y porcentaje de error por nivel de precipitación (mm)*



*Ilustración 29. Porcentaje de error por precipitación (mm)*

Se trata de un comportamiento esperado, ya que es bien sabido el efecto negativo de la lluvia en los sistemas de comunicaciones móviles, en cuanto a disponibilidad y confiabilidad.

La lluvia puede atenuar la señal, aumentar el ruido y cambiar la polarización de la señal. Todo esto degrada la señal recibida y provoca errores en la transmisión, pérdida de datos, etc. (Osahenvenwen, Austin O., et al, 2020).

#### 6.4.8 Radiación

Observamos el número de muestras recogidas según el nivel de radiación solar en las áreas frecuentadas por los animales y cómo se comporta el sistema en cada una de ellas (Tabla 12).

A medida que crece el nivel de radiación, disminuye el porcentaje de error (Ilustración 30, Ilustración 31).

El resultado coincide con los estudios realizados en *“Impact of some atmospheric parameters on gsm signals”*, donde concluye que el nivel de potencia recibida de la señal aumenta con la temperatura de la superficie de la atmósfera, que es directamente proporcional al nivel de radiación solar. (E. J. Ofure, O. et al., 2017)

| RADIACIÓN (MJ/m2 d) | 6 - 14 | 14 - 22 | 22 - 30 | 30 - 37 |
|---------------------|--------|---------|---------|---------|
| ERROR               | 108    | 402     | 688     | 290     |
| OK                  | 356    | 1534    | 3814    | 2052    |
| TOTAL               | 464    | 1936    | 4502    | 2342    |
| ERROR %             | 23%    | 21%     | 15%     | 12%     |

Tabla 12. Muestras por nivel de radiación

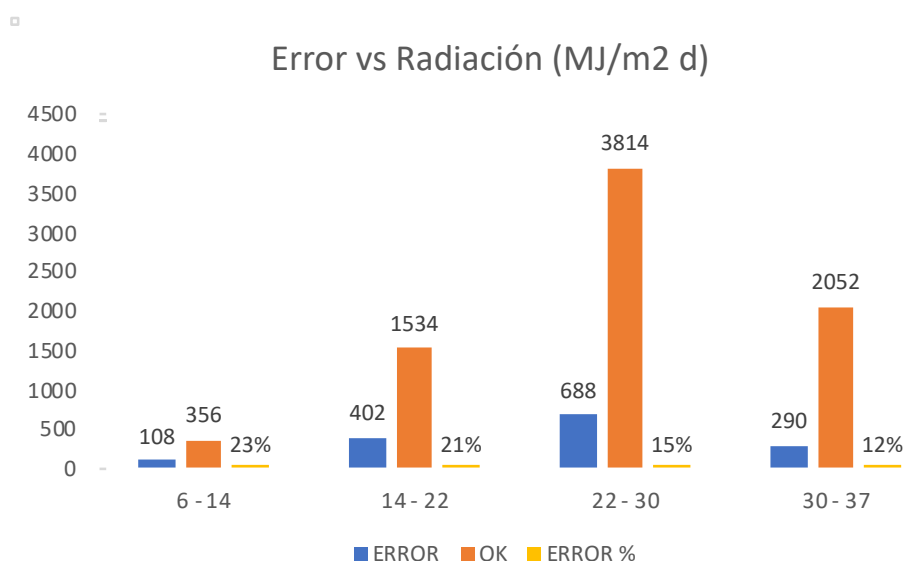
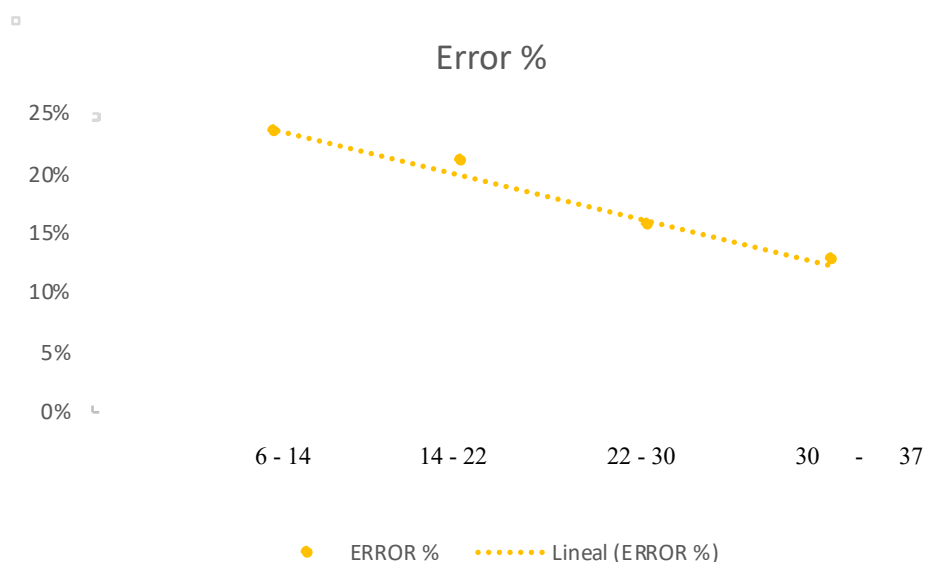


Ilustración 30. Muestras y porcentaje de error por nivel de radiación (MJ/m2 d)



*Ilustración 31. Porcentaje de error por nivel de radiación (MJ/m2 d)*

#### 6.4.9 Humedad

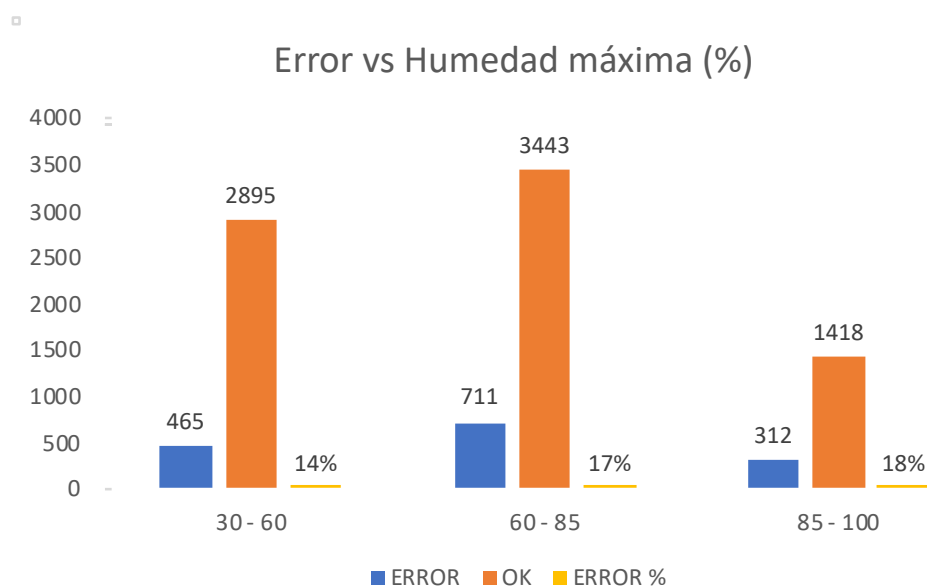
Observamos el número de muestras recogidas según el nivel de humedad relativa en las áreas frecuentadas por los animales y cómo se comporta el sistema en cada una de ellas (Tabla 13).

Se observa que a medida que crece el nivel de humedad, lo hace también el porcentaje de error (Ilustración 32, Ilustración 33).

Los niveles de humedad relativa altos, hace disminuir el nivel de potencia recibido en los sistemas de transmisión (E. J. Ofure, O. et al., 2017). Esto hace que se incremente el número de fallos en la transmisión de los datos.

| Humedad máxima % | 30 - 60 | 60 - 85 | 85 - 100 |
|------------------|---------|---------|----------|
| ERROR            | 465     | 711     | 312      |
| OK               | 2895    | 3443    | 1418     |
| TOTAL            | 3360    | 4154    | 1730     |
| ERROR %          | 14%     | 17%     | 18%      |

*Tabla 13. Muestras por nivel de humedad*



*Ilustración 32. Muestras y porcentaje de error por nivel de humedad (%)*



*Ilustración 33. Porcentaje de error por nivel de humedad (%)*

#### 6.4.10 Franja horaria

Observamos el número de muestras recogidas en cada franja horaria, en las áreas frecuentadas por los animales y cómo se comporta el sistema en cada una de ellas (Tabla 14).

Se puede observar una ligera disminución de fallos desde media mañana hasta la noche (Ilustración 34). Puede tener relación con el posible ajuste del sistema por parte del personal de oficina de la empresa responsable que actúe en su horario de trabajo.

| Hora | Cuenta error | Cuenta OK | TOTAL | ERROR % |
|------|--------------|-----------|-------|---------|
| 0    | 74           | 336       | 410   | 18%     |
| 1    | 64           | 357       | 421   | 15%     |
| 2    | 70           | 355       | 425   | 16%     |
| 3    | 68           | 340       | 408   | 17%     |
| 4    | 76           | 335       | 411   | 18%     |
| 5    | 69           | 331       | 400   | 17%     |
| 6    | 64           | 363       | 427   | 15%     |
| 7    | 71           | 318       | 389   | 18%     |
| 8    | 79           | 331       | 410   | 19%     |
| 9    | 73           | 305       | 378   | 19%     |
| 10   | 70           | 293       | 363   | 19%     |
| 11   | 66           | 306       | 372   | 18%     |
| 12   | 57           | 308       | 365   | 16%     |
| 13   | 52           | 330       | 382   | 14%     |
| 14   | 51           | 336       | 387   | 13%     |
| 15   | 55           | 345       | 400   | 14%     |
| 16   | 54           | 328       | 382   | 14%     |
| 17   | 71           | 319       | 390   | 18%     |
| 18   | 74           | 302       | 376   | 20%     |
| 19   | 55           | 331       | 386   | 14%     |
| 21   | 52           | 384       | 436   | 12%     |
| 22   | 69           | 372       | 441   | 16%     |
| 23   | 56           | 365       | 421   | 13%     |

Tabla 14. Muestras y porcentaje de error por franja horaria

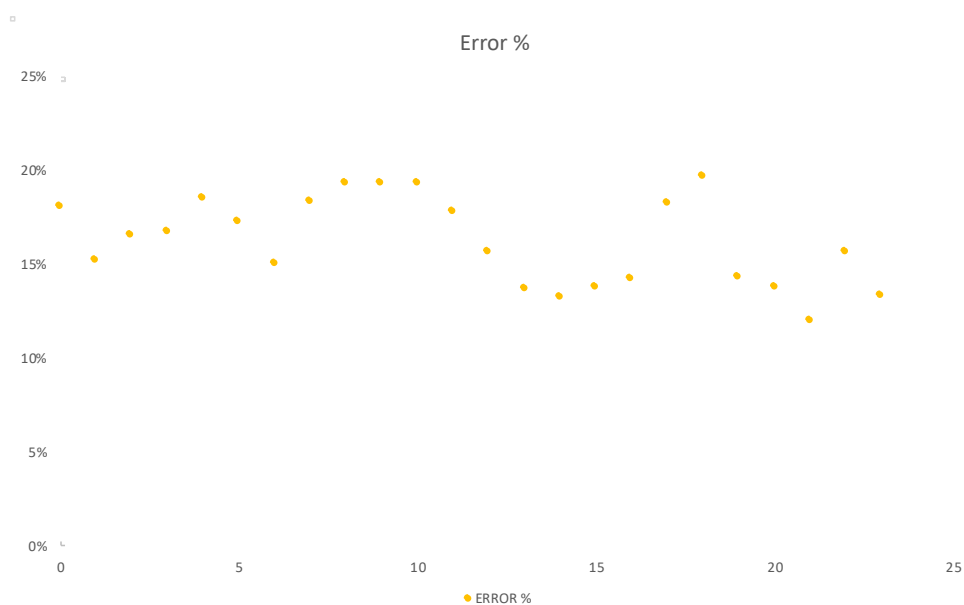


Ilustración 34. Porcentaje de error por franja horaria

Se encuentran patrones de error en las variables esperadas: precipitaciones, humedad relativa (y radiación), todas ellas climatológicas.

En general, el error medio obtenido en la muestra estudiada es del 16%. El sistema de Torcuato usa la cobertura GSM para la transmisión de los datos. Él mismo detecta y nos dice que “*el GPS funciona donde el móvil tiene cobertura*”. Para mejorar este margen de error sería necesario incorporar cobertura Sigfox (probablemente mediante la instalación de una antena, proporcionada por el mismo proveedor del sistema) o mejorar la cobertura telefónica en la zona.

## 7. Conclusiones

---

Después de analizar toda la información obtenida en este trabajo, podemos decir que el localizador GPS es una herramienta que, aplicada a la ganadería extensiva de alta montaña:

- Supone un ahorro económico significativo al ganadero.
- Supone un ahorro de tiempo y por tanto hace más eficiente el trabajo del ganadero.
- Aumenta el nivel de control del ganadero sobre sus animales, siempre que se haga un uso responsable del mismo, sin descuidar el necesario control presencial mínimo.
- Supone disminuir el nivel de estrés del ganadero, que gana en tranquilidad y calidad de vida.
- Ayuda a la continuidad generacional de la actividad.

Estos beneficios se consiguen con sólo conocer la posición del ganado y con el sistema de alertas de vallado virtual del dispositivo.

El resto de funcionalidades para detectar el estado de parto, enfermedades, etc. que están en desarrollo marcan también la diferencia y mejoran el manejo, pero en menor medida que el hecho de conocer la posición del ganado.

Aparte de aumentar la calidad de vida del ganadero y mejorar el manejo de la ganadería, el sistema puede contribuir a la conservación del medioambiente en el control de áreas sobrepastoreadas.



En cuanto a la tasa de fallo del sistema, probablemente mejorando la conectividad (GSM y/o Sigfox) en las zonas de alta montaña, podría reducirse el porcentaje de errores encontrados.

## 8. Referencias bibliográficas

---

- Barrantes, O., Reiné, R., Betrán, R., Blasco, I., Olaizola, A., Mora, J. L., ... Ferrer, C. (2015). Uso de recursos pascícolas en una ruta de ovino trashumante con seguimiento mediante GPS, entre el valle del Ebro y el Pirineo de Huesca. In J. Cifré, I. Janer, J. Gulías, J. Jaume, & H. Medrano (Eds.), *Pastos y forrajes en el siglo XXI*. Mallorca: SEEP.
- Berckmans, D. (2014). Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. In *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties* (Vol. 33).
- Díaz, C., Vicente, G., Estévez, R., Sánchez Rodríguez, M., María, J., Luque, R., ... Moreno, M. (n.d.). Fondo Social Europeo a través del Programa empleaverde 2007-2013 de la Fundación Biodiversidad.
- E. J. Ofure, O. O. David, A. M. Oludare and A. A. Musa, "Impact of some atmospheric parameters on GSM signals," 2017 13th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO), Abuja, 2017, pp. 1-7, doi: 10.1109/ICECCO.2017.8333335.
- Horcada Ibáñez, A. L., Polvillo Polo, O., Lafuente García, A., González Redondo, P., Molina Alcalá, A., & Luque Moya, A. (2016). Calidad de la carne de terneros de la raza autóctona Pajuna en dos sistemas de producción. *Agrociencia*, 50(2), 167–182.
- Ibáñez, H., Moya, L., & Fernández, J. (2010). La producción de carne bovina en Andalucía. In Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. (Ed.), *La producción de carne en Andalucía* (pp. 245–297). Sevilla.
- MAPAMA. (2017). Las producciones alimentarias de montaña en España (A. y M. A. Ministerio de Agricultura y Pesca, Ed.).
- J. Pardo Abad, C., & Abad, C. J. P. (2018). Problemática de la ganadería extensiva en España. *Estudios Geográficos*, 57(222), 125.

- Jiménez Olivencia, Y., Porcel Rodríguez, L., & Caballero Calvo, A. (2015). Medio siglo en la evolución de los paisajes naturales y agrarios de Sierra Nevada (España). *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 68, 205–232.
- Juárez Dávila, M. M., & Horcada Ibáñez, A. L. (2010). La producción de carne ovina en Andalucía. *La Producción de carne en Andalucía*.
- Lomillos-Pérez, J., Alonso-de la Varga, M., García-García, J., & Gaudioso-Lacasa, V. (2016). Estudio del comportamiento social del ganado de Lidia empleando tecnología GPS-GPRS. *ABANICO VETERINARIO*, 6(3), 35–46.
- Mena Guerrero, Y., Ruiz Morales, F. de A., Gutiérrez, R., Vázquez, M. A., & Castel Genís, J. M. (2014). La función de la ganadería en el mantenimiento y aprovechamiento de los montes mediterráneos.
- Organismo Autónomo Parques Nacionales (España). (2012). *El Parque Nacional de Sierra Nevada*.
- Osahenvemwen, Austin O., and Benedict E. Omatahunde. "Impacts of Weather and Environmental Conditions on Mobile Communication Signals." *Journal of Advances in Science and Engineering* 1.1 (2018): 33-38.
- Pofcher, E. J. (2017). Contribución al estudio de sistemas de identificación en bovinos basados en identificación electrónica y ADN para su aplicación a la trazabilidad y a la gestión de sistemas ganaderos. Universidad Nacional de La Plata.
- Propuesta Plan de Ganadería Extensiva de Andalucía 2017-2027. (2018).
- Ruiz Mirazo, J., Herrera, P. M., Barba, R., & Busqué, J. (2017). Definición y caracterización de la extensividad en las explotaciones ganaderas en España (A. y M. A. Ministerio de Agricultura y Pesca, Ed.).
- Sánchez, M., Palacios, C., Rodríguez, L., Olmedo, S., & Olmedo, ; (2010). Estudio del comportamiento de ovejas en pastoreo libre utilizando tecnologías GPS-GPRS. XXXV Congreso de La SEOE, 87–91. Valladolid.
- Sánchez Lanau, J. A. (2018). Aplicaciones de las TIC en la ganadería bovina en el ámbito rural.
- Wishart, H., Morgan-Davies, C., & Waterhouse, A. (2015). A PLF approach for allocating supplementary feed to pregnant ewes in an extensive hill sheep system.

- Páginas Web de referencia:
  - Unión de pequeños agricultores y ganaderos. [www.upa.es](http://www.upa.es)
  - Fundación para la Investigación en Etología y Biodiversidad.  
<https://www.innovagri.es/actualidad/tecnologia-movil-para-proteger-al-ganado.html>
  - <https://innovadores.larazon.es/es/not/una-herramienta-permitira-monitorear-los-pastos-y-seguir-al-ganado-por-gps>
  - <https://www.agronegocios.es/vallado-virtual-para-la-gestion-inteligente-de-ganaderia-extensiva/>
  - Ixorigue. <http://www.ixorigue.com>
  - Red de Información Ambiental de Andalucía (Rediam).  
<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam>
  - Red de Información Agroclimática de Andalucía (RIA).  
<https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/riaweb/web/>
  - Digitanimal. <https://digitanimal.com>
  - <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo-razas/bovino/pajuna/default.aspx>
  - Asociación de Criadores de Ganado Vacuno de Raza Pajuna (GRAPA).  
<http://www.razapajuna.es/>

## 9. Anexos

---

### 9.1 ANEXO I. Descripción del Área de trabajo. Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada

#### 9.1.1 Límites físicos y políticos del Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada

El Parque Nacional de Sierra Nevada se extiende sobre una superficie de 86.208 hectáreas, convirtiéndose así en el más extenso de la Red de Parques Nacionales. Esta superficie incluye las más altas cumbres peninsulares. Comprende tierras situadas entre los 860 m y los 3.482 m que corona el Mulhacén, la cota más elevada de la Península Ibérica (El Parque Nacional de Sierra Nevada, 2012).

Este espacio constituye el techo ibérico, singularidad geográfica que le confiere unas excepcionales cualidades naturales (biodiversidad, endemicidad, paisaje, etc.) que lo han hecho acreedor de los máximos reconocimientos nacionales e internacionales posibles: Reserva Nacional de Caza (1966), Reserva de la Biosfera (1986), Parque Natural (1989) y Parque Nacional (1999). Constituye en la Red de Parques Nacionales un espacio representativo de los Ecosistemas de Alta Montaña Mediterránea (El Parque Nacional de Sierra Nevada, 2012).

El Parque Nacional comprende terrenos de 44 municipios, 15 de Almería y 29 de Granada, con una población de 121.123 habitantes (censo de 2011) y 108 entidades urbanas, todas ellas exteriores y periféricas a la delimitación del Parque Nacional.

Los municipios ocupan tierras pertenecientes a las comarcas almerienses de la Alpujarra–Alto Andarax (municipios de Bayarcal, Beires, Canjáyar, Fondón, Laujar de Andarax, Ohanes, Paterna del Río y Rágol) y Río Nacimiento (municipios de Abia, Abrucena, Alboloduy, Alsodux, Fiñana, Nacimiento y Las Tres Villas); así como de las comarcas granadinas de la Alpujarra (municipios de Alpujarra de la Sierra, Bérchules, Bubián, Busquístar, Cáñar, Capileira, Juviles, Lanjarón, Nevada, Pampaneira, Pórtugos, Soportújar, La Tahá, Trevélez, Válor), Guadix-Marquesado del Zenete (municipios de Aldeire, Dólar, Ferreira, Huéneja, Jeres del Marquesado, Lanteira y Lugros), Occidente de Sierra Nevada (municipios de Dílar, Güejar Sierra, Monachil y

La Zubia) y Valle de Lecrín (municipios de Dúrcal, Lecrín y Nigüelas) (El Parque Nacional de Sierra Nevada, 2012).

El macizo montañoso de Sierra Nevada presenta una línea de cumbres continua (Ilustración 35) y de gran extensión que se alarga de oeste a este a modo de gran eje axial. Dicho eje la divide en dos grandes vertientes, la solana, abierta a las influencias del mar Mediterráneo, y la umbría, que mira hacia el interior. Las mayores alturas se alcanzan en el sector centro-occidental, donde se rebasan los 3000 msm (Pico Mulhacén, 3481 m) (Olivencia et al., 2015).

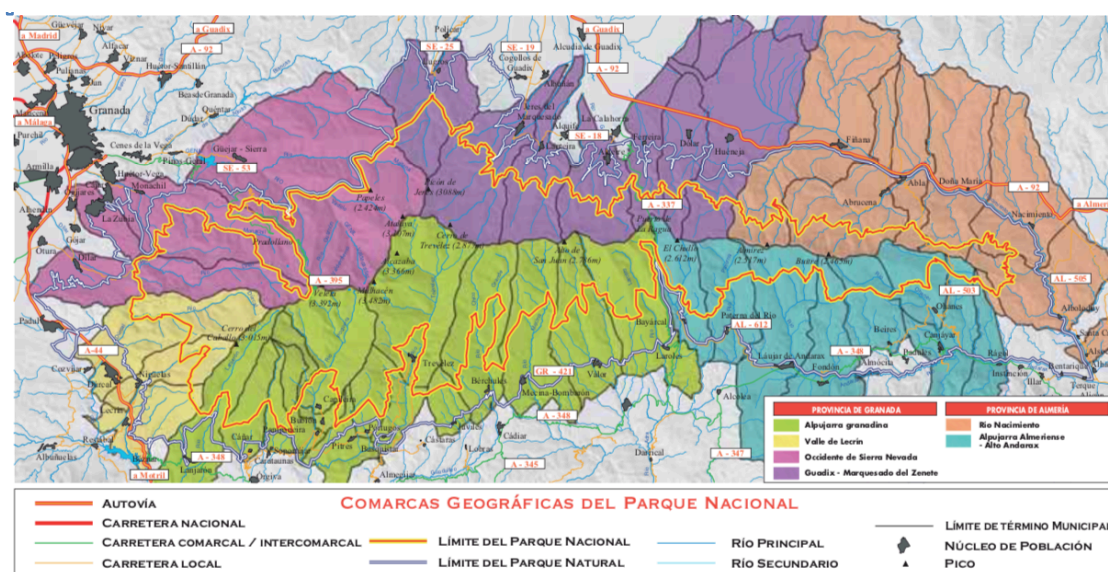


Ilustración 35. Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada. Fuente: El Parque Nacional de Sierra Nevada

### 9.1.2 Medio Físico y Climático

Desde el punto de vista climático, considerando el espacio seco-semiárido que lo rodea, el macizo constituye una isla pluviométrica donde se recoge una media de 1200 mm anuales de precipitación en el piso de alta montaña. Su elevada altitud y su baja latitud la convierten en un espacio de transición entre las montañas áridas de latitudes tropicales y las húmedas de latitudes templadas (Olivencia et al., 2015).

Las condiciones geo-ambientales están muy condicionadas por la fuerte aridez del verano, siendo éste uno de los factores físicos que explican en mayor medida el modelo de organización humana. En Sierra Nevada el déficit hídrico afecta al menos a tres meses consecutivos, durante los que sólo es posible el desarrollo de pastizales muy mediocres que no han podido sostener una actividad ganadera relevante (Olivencia et al., 2015).

Paralelamente, una serie de condicionantes del medio natural que tienen que ver con el predominio de rocas silíceas de carácter semipermeable y relativamente blandas, como los micaesquistos, han favorecido la extensión de los cultivos. La actividad agraria ha aprovechado las vertientes con exposición solana, que permiten la reducción de la incidencia de las heladas, así como el ciclo local del agua propio de un régimen de carácter nivopluvial (Olivencia et al., 2015).

### 9.1.3 Ecosistemas

La variedad de condiciones ambientales presentes en Sierra Nevada ha permitido el desarrollo de numerosos ecosistemas (El Parque Nacional de Sierra Nevada, 2012).



Ilustración 36. Distribución altitudinal de los ecosistemas. Fuente El Parque Nacional de Sierra Nevada 2012

Cada ecosistema está asociado a unas determinadas condiciones de suelo, humedad y temperatura, de ahí que en Sierra Nevada se puedan distinguir, a grandes rasgos, los siguientes (Ilustración 36):

- Ecosistemas de alta montaña silíceas.
- Ecosistemas de alta montaña caliza.
- Ecosistemas de media montaña.
- Ecosistemas de ribera.

### 9.1.3.1 Ecosistemas de alta montaña silíceo

Estos ecosistemas representan la mayor parte de la superficie del Parque Nacional y constituyen el núcleo central de Sierra Nevada.



Ilustración 37. Ecosistemas sobre sustratos silíceos. Fuente: El Parque Nacional de Sierra Nevada 2012

Los paisajes que predominan son suaves y sin resaltes, con texturas uniformes en los que no existe vegetación arbórea alguna. Contrastan con los anteriores los importantes picos de la sierra y otros elementos rocosos que configuran relieves muy abruptos y quebrados en orientaciones norte y oeste. La cobertura vegetal es siempre muy escasa, de ahí que los colores predominantes son los que posee la roca, y van desde el gris claro hasta pardos oscuros.

La vegetación y fauna que vive en estas partes de la sierra presentan un enorme interés desde su aspecto científico, ecológico, paisajístico o medicinal. En estos ambientes se encuentra el grueso de las especies exclusivas de Sierra Nevada, muchas de las cuales son muy sensibles a la acción del hombre o el ganado. Se trata, de ecosistemas de gran importancia ambiental que deben ser conservados en su integridad. No hay que olvidar que la alta fragilidad de los ecosistemas que se desarrollan en estos lugares se debe a las duras condiciones ambientales que tienen que soportar las especies que viven en estos territorios (El Parque Nacional de Sierra Nevada, 2012).



### *Pastizales fríos y secos de alta montaña*

La vegetación que se desarrolla en las partes más elevadas de la sierra, por encima de 2800 m de altitud (Ilustración 35), corresponde a pastizales fríos y secos de alta montaña, comunidades herbáceas de escaso porte y cobertura, que son las únicas capaces de soportar las dificultades de la alta montaña.

En estos pastizales dominan gramíneas perennes y pequeñas matas apenas perceptibles en el paisaje general, en los que abunda flora exclusiva de Sierra Nevada como el espigón (*Festuca clementei*), manzanilla de la sierra (*Artemisia granatensis*), la bella *Hormathophylla purpurea*, dragoncillo (*Chaenorrhinum glareosum*), el diente de león (*Leontodon boryi*), la violeta de Sierra Nevada (*Viola crassiuscula*), *Jasione crispa* subsp. *amethystina* y la zamárraga (*Erigeron frigidus*), junto con flora boreoalpina, como *Scutellaria alpina*, *Gentiana alpina*, o la amapola de la sierra (*Papaver lapeyrousianum*).

Existen otras comunidades que ocupan hábitats concretos, como los pastizales de laderas soleadas, en los que dominan gramíneas de poco porte como *Festuca pseudeskia* y *Festuca baetica* subsp. *moleri* (El Parque Nacional de Sierra Nevada, 2012).

### *Lagunas y borreguiles*

Son áreas situadas por encima de 2000 m. que se caracterizan por la presencia permanente de agua (excepto en invierno que permanecen heladas), lo que representa un contraste ecológico importante en relación con los pedregales y pastizales secos que dominan el paisaje en estas cotas.

La disponibilidad de agua permite mantener una productividad importante de la vegetación.

Desde el punto de vista paisajístico, las lagunas y borreguiles constituyen áreas de particular belleza por su estructura y colorido verde intenso, de ahí el gran atractivo que presentan para el visitante. Supone además la principal fuente de pasto para el ganado doméstico de la zona.

Marcando la transición desde los pastizales secos a los borreguiles propiamente dichos, se encuentra un pastizal de cobertura media denominado borreguil seco.

A continuación, aparece un pastizal denso, situado en zonas con humedad constante durante todo el verano.



En algunos puntos, donde hay un encharcamiento constante y aguas remansadas hasta el otoño, se dan las condiciones óptimas de falta de oxígeno para que se instalen formaciones de turberas incipientes (El Parque Nacional de Sierra Nevada, 2012).

#### *Enebral – Piornal*

El dominio del enebral – piornal ocupa la mayor parte de la superficie del Parque Nacional. Se ubica por debajo del ámbito de los pastizales fríos y secos de alta montaña, en una franja de altitud que va desde los 1800-1900 m hasta 2800–3000 m. (Ilustración 35).

La acción de la nieve y el hielo limita la vida en estos territorios. Como respuesta a las duras condiciones de la zona, las especies de este dominio tienden a presentar formas almohadilladas (pulvinulares).

La comunidad más desarrollada en estos territorios es una formación de enebral-piornal, con especies como enebro (*Juniperus communis*) y sabina (*Juniperus sabina* var. *humilis*) opiornos como *Genista versicolor* y *Cytisus galianoi*. En algunos lugares aparecen otras especies almohadilladas como el piorno rosa (*Hormathophylla spinosa*) o el piorno azul (*Erinacea anthyllis*).

En lugares de mayor pendiente y suelos de menor potencia aparecen los tomillares. Son formaciones de bajo porte, escasa cobertura y una gran variedad de especies.

Sobre zonas que han sufrido un movimiento de tierras aparece un cardal en el que dominan plantas herbáceas espinosas.

También son de interés las comunidades de paredones y roquedos, donde se instalan especies como la valeriana (El Parque Nacional de Sierra Nevada, 2012).

#### **9.1.3.2 Ecosistemas de alta montaña caliza**

Este dominio presenta una extensión reducida en Sierra Nevada, puesto que aparece sobre sustratos calizos, por encima de 1900 m. (Ilustración 36).

Principalmente constituido por pinar, entre cuyos huecos se desarrolla un sabinar-espinal, con especies como sabina rastrera, enebro rastrero, etc.



*Ilustración 38. Ecosistemas sobre sustratos calizos Fuente: El Parque Nacional de Sierra Nevada 2012*

En condiciones más desfavorables (escasez de suelo, áreas venteadas, etc.) se instala el piornal calizo, en donde sobresalen los matorrales de porte almohadillado.

En zonas donde no existe apenas suelo se instala un pastizal vivaz formado por pequeñas matas y hierbas perennes (El Parque Nacional de Sierra Nevada, 2012).

### 9.1.3.3 Ecosistemas de media montaña

Ecológicamente constituyen el perímetro de la alta montaña dentro de Sierra Nevada y se distribuyen por las laderas hasta entrar en contacto con las áreas cultivadas ubicadas a menor altitud. Territorialmente estos ecosistemas se sitúan en la periferia del Parque Nacional.

Climatológicamente permite el crecimiento de árboles, lo que ha posibilitado, en zonas de matorral, la repoblación forestal con coníferas para la restauración de los bosques constituyendo en la actualidad un elemento frecuente en el paisaje de Sierra Nevada.



*Ilustración 39. Distribución de ecosistemas de media montaña. Fuente: El Parque Nacional de Sierra Nevada 2012*

Se encuentran melojares, encinares (Ilustración 39), e incluso áreas mixtas sobre sustratos silíceos, junto con una amplia variedad de arbustos y matorrales: arbustos espinosos, matorrales densos, formaciones de gramíneas perennes principalmente de la familia de las festucas, jarales, retamales, etc.

Sobre sustratos calizos encontramos el encinar montano, entre algunas especies de matorral como el torvisco o la madreselva. Así como especies aromáticas como romero, alhucema, tomillo, etc.

Sobre dolomías se da una formación de pinar con sabina mora (Ilustración 40). Constituye una de las formaciones más originales de las sierras Béticas, donde presenta una importante extensión. Son paisajes abruptos y erosionados con tonos grises.



Ilustración 40. Ecosistemas sobre sustratos dolomíticos. Fuente: El Parque Nacional de Sierra Nevada 2012

Las limitaciones de este sustrato hacen del hábitat uno de los más “duros” y “selectivos” para la vegetación. Se pueden resumir en: fuerte resistencia a la alteración (lo que limita la formación de suelo), escasa capacidad de retención de agua por su alta permeabilidad, elevada reflexión de la luz y grandes concentraciones de magnesio (tóxico).

En estas áreas se instala un pastizal dolomítico de elevado porte dominado por el lastón (*Helictotrichon sarracenorum*) y la yesquera (*Brachypodium boissieri*), junto a otras gramíneas.

En áreas más expuestas y sin suelo aparece un matorral de escasa cobertura y pequeña talla con flora muy adaptada a este tipo de hábitats (El Parque Nacional de Sierra Nevada, 2012).

#### 9.1.3.4 Ecosistemas de ribera

La presencia de cursos de agua permanente permite la aparición de este tipo de hábitat. La vegetación de este dominio aparece por debajo de 2.000 m e incluye bosques de ribera de arbustos y árboles distribuidos a modo de bandas paralelas respecto del eje del río.

En la parte más cercana de los márgenes de los ríos se desarrolla la saucedaliseda, una formación dominada por el sauce atrocinéreo acompañado de otras especies mimbrenas.

En una banda más externa aparece la fresneda, bosque en el que se desarrollan el fresno, el álamo negro, el arce o el cerezo silvestre.

Además, también se desarrollan especies como la zarzamora, escaramujos, junciales, etc. (El Parque Nacional de Sierra Nevada, 2012).

#### 9.1.4 Evolución del Paisaje

Numerosos autores (Bertrand, 2008; Gómez, 1999; Mata et al., 2003; Molinero et al., 2011; Zoido, 2012) reconocen a los paisajes como resultante de las formas del territorio y su trayectoria histórica, así como de las percepciones y representaciones de dicho territorio a través del tiempo (Olivencia et al., 2015).

La construcción del paisaje está determinada por la sucesión de los modelos socio-territoriales propios de cada momento histórico y que los cambios en las estructuras productivas y en la valoración del espacio de cada sociedad constituyen un factor explicativo de primera magnitud en la comprensión de las modificaciones, más o menos progresivas o traumáticas, que experimentan los paisajes (Olivencia et al., 2015).

La evolución del paisaje de las montañas españolas desde mediados del S. XX está íntimamente relacionada con los cambios sociales, económicos, demográficos y culturales que empezaron a manifestarse en los años 50 y que se concretan básicamente en procesos de despoblamiento, de abandono de las actividades campesinas y de empobrecimiento de las formas de vida rural (Olivencia et al., 2015).

La caída de la población y la falta de competitividad de la agricultura de montaña en la nueva economía industrial significaron el cese de la fuerte presión que las comunidades rurales ejercían sobre los recursos. También significó una falta de gestión del territorio montaños, que hasta entonces había estado sometido a un ordenamiento sistemático de los usos del suelo, de los recursos forestales y del ciclo del agua. Esta progresiva desaparición de la actividad humana ha generado una serie de efectos negativos que afectan a la estabilidad de las vertientes, la biodiversidad, la vulnerabilidad frente a incendios forestales y la calidad del paisaje, en la medida en que éste tiende a la homogeneización y acusa la degradación del patrimonio cultural asociado a las actividades tradicionales (Olivencia et al., 2015).

Hoy en Sierra Nevada las bases de la economía local parecen haberse desligado de las actividades agroganaderas.

El nuevo modelo económico que trata de promocionarse bajo la filosofía de la multifuncionalidad y la diversificación de las actividades económicas.

La escasa capacidad del campo como motor de la economía, unido al progresivo entendimiento de las montañas como reservas de naturaleza y recursos, lugares de ocio y espacios para una economía de diversificación y pluriactividad, han significado cambios profundos en el modelo de ordenación del espacio y gestión de los recursos.

Los cambios experimentados por los paisajes en los últimos 50 años afectan al 42,8% de la superficie del Parque. La principal transformación ha sido el incremento de la superficie forestal debido a las políticas de reforestación de los años 60 y 70, que favoreció la implantación de enormes extensiones de coníferas en detrimento de matorrales, pastizales y cultivos (Olivencia et al., 2015).

## **9.2 ANEXO II. Ganadería Bovina en el Parque Nacional Natural de Sierra Nevada. La Vaca Pajuna**

La raza Pajuna, Raza Serrana o Raza Castellana es una raza autóctona de la comunidad andaluza que actualmente se encuentra clasificada como raza *Autóctona en Peligro de Extinción*. Prácticamente esta raza ha venido poblando los macizos montañosos, principalmente Bético y Penibético, compartiendo entorno con otras razas como la Negra Andaluza, la Retinta o la Murciana (Horcada-Ibáñez et al., 2010).

### **9.2.1 Origen y Distribución Geográfica**

Existen varias teorías acerca del origen de la Raza Pajuna, considerada entre las razas denominadas "Serranas". La hipótesis con más peso es aquella que la hace derivar de los bovinos del Tronco Africano del Atlas, muy posterior a la entrada del Tronco Rojo Convexo. Algunos investigadores consideran la raza descendiente del *Bos Taurus Primigenius*; mientras que otros argumentan que procede del tronco ibérico.

La raza Pajuna se encuentra dispersa por diferentes zonas de montaña de la geografía andaluza. Principalmente, en Sierra Nevada, Serranía de Ronda, Sierra de Grazalema y Sierra de Cazorla (Ilustración 41). Además, se hallan determinados núcleos en el litoral de las provincias de Granada y Málaga, así como en el noroeste de la Comunidad. Se



estima que se crían en pureza el 10% del total del censo de ejemplares de la Raza (MAPAMA, 2019).

Los núcleos de Jaén, Ronda y Granada coinciden con tres áreas geográficas bien delimitadas y separadas entre ellas por áreas sin ganadería en las que predomina la campiña y el olivar. En la Sierra de la Axarquía se localiza el núcleo Enganche donde los animales se crían de forma testimonial principalmente para la aptitud trabajo (animales de enganche o gañanes). El núcleo más disperso (núcleo 5 en Ilustración 41) se encuentra en el noroeste de la comunidad, en áreas no propias de la raza. Este núcleo se caracteriza porque las explotaciones no se localizan en áreas de montaña o sierra y en su mayoría son vacadas mixtas. En algunos casos, estas ganaderías realizan trashumancia hasta las zonas montañosas de Sierra Nevada en Granada (Horcada-Ibáñez et al., 2010).



*Ilustración 41. Localización de los principales núcleos geográficos de las ganaderías de raza Pajuna. Fuente: Producción de carne bovina en Andalucía (Horcada-Ibáñez et al., 2010)*

### 9.2.2 Descripción Morfológica

Su morfología se corresponde a la de un biotipo ambiental propio de zonas de montaña: perfil recto, proporciones medias, eumétrico, poca masa y buen hueso (Ilustración 42). Es de capa castaña oscura, con intensificación pigmentaria periférica, de forma que las partes distales se oscurecen notablemente, así como el contorno de las orejas, siendo

característica la orla plateada alrededor del morro, así como el listón o decoloración a lo largo del raquis (MAPAMA y GRAPA, 2019).

La capa es más oscura en los toros que en las hembras y ambos tienen abundante pelo rojo encendido en la frente (GRAPA, 2019).

Otras características son:

- **Cuerna:** Sección circular en gancho abierto. Blancos por la base y negros o caobas por la punta.
- **Cabeza:** Voluminosa, cráneo ancho y corto, protuberancia intercornual en arco, orejas medianas con borde oscuro, horizontales con abundante pilosidad.
- **Cara:** Larga de bordes rectos, órbitas poco marcadas, ojos a flor de cara, morro acuminado. Cuello: Largo, papada abundante, principalmente en machos.
- **Tronco:** Entre paralelas, costillar profundo y medianamente arqueado. Pecho amplio, cruz larga, sin pronunciamiento en los machos y algo en las hembras. Línea dorsolumbar recta. Dorso y lomos amplios con buen desarrollo muscular. Ljar de escasa extensión y vientre poco pronunciado, más recogido en los machos.
- **Grupa:** Longitud media y ligeramente inclinada.
- **Cola:** Inserción en línea con la grupa y mediano grosor y longitud, borlón largo y tupido.
- **Mama:** Pequeña y bien conformada.
- **Aplomos:** Medianos a largos, espalda corta, brazo y antebrazo medianos a largos, muslo corto y pierna larga con nalga recta, metacarpos finos de longitud media. Pezuñas medias a pequeñas y de constitución fuerte (GRAPA).

A pesar del reducido número de efectivos y de su dispersión geográfica, la raza se puede considerar armónica al guardar las proporciones. Existe en esta raza un marcado dimorfismo sexual en el que los machos, de complexión más robusta, alcanzan los 600 kg de peso adulto, mientras que las hembras el rango de peso oscila en torno a los 350-400 kg (Horcada-Ibáñez et al., 2010).





*Ilustración 42. Vaca Pajuna. Autor: Alfonso Luque Fuente: Producción de carne bovina en Andalucía (Horcada-Ibáñez et al., 2010)*

### **9.2.3 Alimentación**

En parte de las zonas de montaña, durante el periodo de corto crecimiento del pasto (mayo-octubre), los animales pacen en zonas altas de montaña y en los prados intermedios, que, por lo general, son terrenos de titularidad pública o, en ciertos casos, mantiene la propiedad y uso comunal. Durante el invierno, los animales permanecen estabulados o semiestabulados en los valles consumiendo principalmente heno, algún suplemento y pastando en los prados cuando el clima lo permite (Propuesta Plan ganadería Extensiva de Andalucía 2017-2027, 2018).

La raza Pajuna sigue practicando la trashumancia entre Sierra Nevada y Sierra Morena o realizando trayectos más cortos entre el monte y el rastrojo en busca de recursos disponibles que con eficacia emplea.

Los terneros al nacimiento son de reducido peso y comparten con las madres el pasto a la vez que reciben el aporte de leche.

### 9.2.4 Reproducción

En el aspecto reproductivo, hay que señalar su periodicidad sexual algo tardía, apareciendo su primer celo hacia los 20-22 meses de edad. La cubrición se hace en libertad, procurando siempre que los nacimientos no tengan lugar en la época de trashumancia o próxima a ésta (MAPAMA, 2019).

En general, el manejo reproductivo en las explotaciones localizadas en zonas de sierra está adaptado a la estacionalidad en la producción de pastos naturales. En estas zonas la máxima producción de pastos se da entre febrero y junio; a partir de julio, en cambio, los pastos son de baja calidad, exceptuando los frutos de algunos arbustos y los rastros, aunque estos últimos están más bien presentes en zonas de campiña (Propuesta Plan ganadería Extensiva de Andalucía 2017-2027, 2018).

### 9.2.5 Usos y sistemas de producción

La raza Pajuna tiene doble orientación productiva como animal de trabajo y productor de carne, pero tanto la industrialización del campo como las razas foráneas mejoradas han hecho que el interés de su conservación resida fundamentalmente en su gran capacidad para aprovechar los recursos forrajeros de baja calidad en entornos difíciles (Horcada-Ibáñez et al., 2016).

Los terneros de raza Pajuna son destetados con aproximadamente 8 meses de edad y con un peso que oscila entre los 140 y los 180 kg. En la mayoría de los casos son vendidos a cebaderos donde son engordados hasta su sacrificio con edades comprendidas entre los 14 y 18 meses de edad. A estas edades de sacrificio, el peso de los animales se encuentra en torno a los 500 kg, rindiendo canales de unos 300 kg. Para mejorar los rendimientos carniceros de los animales, en la raza Pajuna se ha venido realizando el cruce industrial con razas mejoradas como Charolesa o Limusina, con la consiguiente pérdida del carácter racial. Este ha sido, en parte, el motivo por el que la raza se encuentra actualmente en la situación crítica de efectivos en pureza (Horcada-Ibáñez et al., 2010).

### 9.2.6 Situación actual de la Raza Pajuna

El censo de esta raza ha sufrido un descenso considerable, si se tiene en cuenta que a mediados del siglo XX se encontraban registradas 3.718 animales y que, en 1997, la

EAAP y la FAO reconocían un censo en pureza de 310 hembras y 11 machos repartidos en 31 ganaderías de la geografía andaluza. De ellas, únicamente 31 hembras se acoplan con machos de la misma raza.

No obstante, está clasificada en peligro de extinción (Real Decreto 2129/2008) y la Asociación de Criadores de Ganado Vacuno de Raza Pajuna (GRAPA) ha iniciado un plan de recuperación de la raza en el que se contemplan su excelente capacidad de adaptación a entornos difíciles (rusticidad) y las particularidades de su carne.

En una prueba de análisis sensorial realizada con carne de terneros puros de raza Pajuna y carne procedente de animales de cruce industrial, el grupo MERAGEM pudo concluir que la carne pajuna se caracteriza por una jugosidad y ternera superior a la que presentó la carne obtenida a partir de animales de cruce industrial (Horcada-Ibáñez et al., 2010). En la actualidad, según los datos de MAPA dados en diciembre de 2018 (Tabla 15), existen en Andalucía un total de 900 individuos de raza Pajuna, 484 de los cuales son hembras reproductoras.

En los últimos 4 años, se percibe un leve incremento del número de ejemplares de la raza.

| CCAA                  | TOTAL REPRODUCTORES |           | TOTAL ANIMALES |            | TOTAL      | Nº DE GANADERÍAS ACTIVAS EN LIBRO GENEALÓGICO |
|-----------------------|---------------------|-----------|----------------|------------|------------|---|
|                       | HEMBRA              | MACHO     | HEMBRA         | MACHO      |            |   |
| Andalucía             | 484                 | 22        | 782            | 118        | 900        | 22  |
|                       |                     |           | ALMERIA        |            | 0          |   |
|                       |                     |           | CÁDIZ          |            | 5          |   |
|                       |                     |           | CÓRDOBA        |            | 30         |   |
|                       |                     |           | GRANADA        |            | 573        |   |
|                       |                     |           | HUELVA         |            | 0          |   |
|                       |                     |           | JAÉN           |            | 72         |   |
|                       |                     |           | MÁLAGA         |            | 154        |   |
|                       |                     |           | SEVILLA        |            | 66         |   |
| Castilla La Mancha    | 38                  | 4         | 64             | 13         | 77         | 2   |
|                       |                     |           | ALBACETE       |            | 0          |   |
|                       |                     |           | CIUDAD REAL    |            | 77         |   |
|                       |                     |           | CUENCA         |            | 0          |   |
|                       |                     |           | GUADALAJARA    |            | 0          |   |
|                       |                     |           | TOLEDO         |            | 0          |   |
| <b>TOTALES ESPAÑA</b> | <b>522</b>          | <b>26</b> | <b>846</b>     | <b>131</b> | <b>977</b> | <b>24</b>                                     |

Tabla 15. CENSO RAZA PAJUNA. Fuente: MAPA diciembre 2018

## 9.3 ANEXO III. Entrevista a Ganaderos Usuarios de GPS

### SECCIÓN I. DATOS PERSONALES

1. Nombre:
2. Edad:
3. Municipio:
4. CP: 18518
5. Correo Electrónico:
6. Número de Teléfono:
7. ¿Es parte propietaria de la explotación?
8. ¿Se encarga de la gestión ganadera?

### SECCIÓN II. CARACTERIZACIÓN DE LA GANADERÍA

9. Municipio donde se encuentra la ganadería:

10. Especies: Vacuno carne (vc), ovino carne (oc), caprino de leche y carne (cl y cc)

Razas vacunas: Pajuna, berrenda, limousin, negra andaluza.

Orientación: Carne / Leche / Venta en vivo

Destino: Venta directa (vd), venta a intermediario (vi), venta a cooperativa (vc)

| Especie | Raza | Madres | Machos | Crías | Reposición | Orientación | Destino |
|---------|------|--------|--------|-------|------------|-------------|---------|
|         |      |        |        |       |            |             |         |

11. En referencia a la vaca Pajuna, su número en el rebaño está

Creciendo, pero con idea de no hacerlo crecer más.

Disminuyendo

Se mantiene igual

No tengo vaca Pajuna

12. Cuantas personas se dedican al ganado/pastoreo

1 pers.      2 pers.      3 pers.      4 personas o más

**13.** De cuánta superficie dispone para el pastoreo de las vacas

De 0 a 50 hectáreas

De 51 a 200 hectáreas

De 201 a 500 hectáreas

De 501 a 1000 hectáreas

Más de 1000 hectáreas:

**14.** La superficie que utiliza es

Pública del Parque Nacional/Natural

Pública del Ayuntamiento

Propia

Alquiler

Otros

**15.** ¿Sube a los animales a las zonas altas de Sierra Nevada en verano?

Sí

- Sierra
- Llanos
- Colinas
- Otros

No

Algunos años

**16.** ¿Qué manejo hace del rebaño? ¿Cuándo suben, cuándo bajan, a qué pastos van?

**17.** ¿Se mezclan o pueden mezclarse con rebaños/animales de otras ganaderías?

Sí, es habitual

No, nunca

Algunas veces, aunque no es lo habitual.

**18.** ¿Hay zonas acotadas al pastoreo? ¿por qué?

**19.** ¿Hay zonas donde no interesa que vayan los animales? ¿cuáles? ¿por qué?

Sí

No

**20.** ¿Qué infraestructura echa de menos en su zona de pastoreo? (Señalar en el mapa las existentes)

Apriscos

Abrevaderos en zona de abajo. Por eso hay menos concentración de puntos. Pide manguera para canalizar agua de manantial de la parte más alta.

Mangas y cercas

Caminos más accesibles

Vallado

Vivienda para el ganadero

Otro:

**21.** Cuando los animales se encuentran en las cumbres, ¿cada cuánto tiempo sube a verlos?

Todos los días

Cada 2 días

Cada 3 días

Una vez a la semana

Cada 15 días

**22.** La alimentación de los animales cuando están en la alta montaña (verano) se basa en:

Solo pasto

Pasto y forraje aportado

Pasto, forraje y pienso aportados (lo mínimo)

Pasto y paja

Pasto, paja y pienso aportados

Pasto y pienso aportado

**23.** ¿Cuántas épocas de reproducción tiene con el vacuno? ¿Cuándo se da?

Paridera continua

1 época de partos

2 época de partos

3 épocas de partos

Más de 3 épocas de partos

¿Cuándo?

**24.** El principal problema que tiene la ganadería extensiva es

Falta de pastos para los animales

Falta de relevo generacional (nuevos ganaderos)

Bajo precio de los terneros Pajunos

Mejores infraestructuras para llevar a cabo el trabajo

Restricciones del Parque Nacional

**25.** ¿Qué otros problemas ve en el pastoreo? (dejar que responda libremente)

### SECCIÓN III. USO DEL SISTEMA GPS

**26.** ¿Cuántos animales lo llevan? ¿Cuáles?

**27.** ¿Cómo los ha elegido?

**28.** ¿Cuántos cree que sería necesario que lo llevarasen?

**29.** ¿Cuánto tiempo lleva usando el sistema?

3 meses o menos

Entre 3 y 6 meses

Entre 6 meses y un año

Más de 1 año

**30.** ¿Por qué quiso usar el sistema? ¿Qué esperaba de él?

**31.** ¿Cómo eran sus expectativas antes de usar el sistema?

Muy altas

Altas

Medias

Bajas

**32.** Una vez que ha usado el sistema. ¿En qué grado ha cubierto sus expectativas en una escala de 1 a 5? (1 la menor expectativa cubierta, 5 la mayor expectativa cubierta)

1      2      3      4      5

**33.** ¿Cree que el manejo del sistema es fácil? (1 lo menos fácil, 5 lo más fácil)

1      2      3      4      5

**34.** ¿Con qué frecuencia usa la aplicación?

Una vez al día para desplazarme a ver a los animales

Cada 2 días

Cada 3 días

1 vez a la semana o menos

Solo cuando recibo una alarma

**35.** Los collares han mejorado mi nivel de estrés y tranquilidad, en una escala de 1 a 5 (1 poco, 5 mucho)

1      2      3      4      5

**36.** ¿Sería capaz de conocer sin el GPS donde están los animales en cada momento?

Siempre

Muchas veces

Algunas veces

Nunca

**37.** ¿Le resulta útil conocer la posición del animal, en una escala de 1 a 5? (1 lo menos útil, 5 lo más útil)

1      2      3      4      5

**38.** ¿Usa el cercado virtual?

Sí

No

**39.** ¿Le parece útil el cercado virtual y que el sistema le avise cuando un animal sale o entra del área definida? En una escala de 1 a 5? (1 lo menos útil, 5 lo más útil)

1      2      3      4      5



**40.** ¿Le parece útil conocer la temperatura del animal, para detectar estados anómalos del mismo? En una escala de 1 a 5 (1 lo menos útil, 5 lo más útil)

1      2      3      4      5

**41.** ¿Le parece útil que el sistema le alerte de la alta o baja actividad de los animales, para detectar estados anómalos de los mismos? En una escala de 1 a 5 (1 lo menos útil, 5 lo más útil)

1      2      3      4      5

**42.** ¿Le parece útil conocer los recorridos que hace el animal?

1      2      3      4      5

**43.** Gracias a los collares, ¿cree que ha evitado...?

Muerte de animales por poder encontrarlos rápidamente.

Muerte de animales, por detectar alguna enfermedad antes de que fuese demasiado tarde.

Muertes por saber que está cerca el parto y tener a la vaca localizada en un lugar seguro.

Robo de animales.

Otros:

**44.** ¿Los collares le permiten ahorrar tiempo? En una escala de 1 a 5 (1 Poco, 5 Mucho)

1      2      3      4      5

**45.** ¿Los collares le permiten ahorrar esfuerzo? En una escala de 1 a 5 (1 Poco, 5 Mucho)

1      2      3      4      5

**46.** ¿Considera que los collares le permiten ahorrar en combustible? En una escala de 1 a 5 (1 Poco, 5 Mucho)

1      2      3      4      5

**47.** ¿Le ha dado algún problema?

Sí

No

¿Cuál?

**48.** ¿Inconvenientes?

**49.** ¿Qué le parece el coste?

Caro

Barato

Razonable

**50.** ¿Qué mejoraría del sistema?

**51.** ¿Qué funcionalidad adicional le gustaría que tuviera el sistema?

## 9.4 ANEXO IV. Encuesta a personal técnico

El dispositivo sobre el que trata esta encuesta es un localizador GPS en forma de collar, usado principalmente en ganadería extensiva, y en este caso particular en bovino extensivo de alta montaña.

A través de una aplicación, el usuario puede conocer la posición del animal cada 30 minutos, su temperatura, las distancias recorridas y los recorridos realizados en el teléfono móvil, tablet u ordenador. Mediante un sistema de alarmas configurable, también avisa cuando el animal sale de cierto recinto virtual que el propio usuario diseña.

La encuesta constituye una de las fuentes de datos para la elaboración de un Trabajo Fin de Máster del Máster Oficial En Agricultura y Ganadería Ecológicas de la Universidad Pablo de Olavide y Universidad Internacional de Andalucía.

1. Correo electrónico:
2. De las siguientes opciones ¿en cual encajaría su actividad profesional?
  - a. Veterinario de ADS
  - b. Veterinario de administración
  - c. Investigador
  - d. Técnico alimentación
  - e. Técnico forestal
  - f. Técnico de medioambiente
  - g. Tecnico conservador
  - h. Otros: \_\_\_\_\_
3. Tiempo de experiencia con ganadería extensiva
  - a. De 0 a 2 años
  - b. De 2 a 5 años
  - c. De 5 a 10 años
  - d. Más de 10 años

4. Conoce el sistema de GPS para conocer el posicionamiento de la ganadería:
- a. Sí, he trabajado con él
  - b. Sí, pero no he trabajado con él
  - c. Sí, pero no tengo mucho conocimiento
  - d. Sí, conozco a ganaderos que lo usan
  - e. No, no tengo conocimiento
  - f. No, ni había escuchado hablar de él
  - g. No sabe/no contesta
5. Piensa ¿qué es una herramienta para la ganadería extensiva?
- a. Muy interesante
  - b. Interesante
  - c. Indiferente
  - d. Nada interesante
  - e. Inútil
  - f. No sabe/no contesta
6. Para modelos ganaderos en grandes fincas valladas, piensa que esta herramienta es:
- a. Muy útil
  - b. Útil
  - c. Indiferente
  - d. Nada útil
  - e. Inútil
  - f. No sabe/no contesta
7. Para modelos ganaderos con pastoreo guiado, piensa que esta herramienta es:
- a. Muy útil
  - b. Útil
  - c. Indiferente
  - d. Nada útil
  - e. Inútil
  - f. No sabe/no contesta

- 8.** Para modelos ganaderos de animales sueltos en monte público o comunales, piensa que esta herramienta es:
- a. Muy útil
  - b. Útil
  - c. Indiferente
  - d. Nada útil
  - e. Inútil
  - f. No sabe/no contesta
- 9.** Para el ovino extensivo es
- a. Muy útil
  - b. Útil
  - c. Indiferente
  - d. Nada útil
  - e. Inútil
  - f. No sabe/no contesta
- 10.** Para el caprino extensivo es:
- a. Muy útil
  - b. Útil
  - c. Indiferente
  - d. Nada útil
  - e. Inútil
  - f. No sabe/no contesta
- 11.** Para el cerdo en montanera/extensivo es:
- a. Muy útil
  - b. Útil
  - c. Indiferente
  - d. Nada útil
  - e. Inútil
  - f. No sabe/no contesta

**12.** Para el vacuno extensivo es:

- a. Muy útil
- b. Útil
- c. Indiferente
- d. Nada útil
- e. Inútil
- f. No sabe/no contesta

**13.** ¿Conoce a ganaderos que lo usan?

- a. Si                      No

**14.** Los ganaderos que conoce que usan este modelo son de:

- a. Vacuno extensivo
- b. Caprino extensivo
- c. Ovino extensivo
- d. Cerdo Ibérico
- e. No conozco a ganaderos que lo usen

**15.** Entre las ventajas que ofrece para el ganadero extensivo, ¿cuál piensa que es la más beneficiosa? (marque una opción)

- a. Menor tiempo de trabajo
- b. Ahorro de gastos en combustible
- c. Tranquilidad de saber dónde se encuentra el ganado
- d. Tranquilidad por el aviso de saber cuál es el momento del parto
- e. Tranquilidad por evitar robo de ganado
- f. Tranquilidad por minimizar los ataques de perros salvajes
- g. Mejor control de la alimentación
- h. No Sabe/no Contesta

**16.** Marque la desventaja más importante que puede traer este sistema (marque solo una):

- a. Menor vigilancia e interacción con los animales
- b. Menor vigilancia de las diferentes áreas de pastoreo donde puedan moverse los animales
- c. Menor vigilancia de los puntos de agua
- d. Concentración de los animales en zonas más accesibles en coche
- e. Otros: \_\_\_\_\_

**17.** Desde un punto de vista medioambiental esta herramienta podría tener efectos positivos para el ecosistema. Marque la opción que para usted sea más importante:

- a. Reducir el sobrepastoreo de algunas zonas
- b. Reducir el infrapastoreo de algunas zonas
- c. Evitar el acceso del ganado a zonas protegidas (Ej: áreas de reserva de Parques Naturales y Nacionales).
- d. Cree que no traería mejoras medioambientales
- e. Cree que los ganaderos podrían estar sobrevigilados

**18.** Además del posicionamiento de los animales, la herramienta ofrece otras opciones ¿cuál de ellas piensa que es más interesante?

- a. Temperatura del animal
- b. Detectar que un animal está de parto
- c. Cercado virtual

**19.** Actualmente el precio de estos aparatos está entre 160 y 220 €/animal ¿piensa que este precio es?

- a. Muy caro
- b. Caro
- c. Justo
- d. Barato
- e. Muy barato
- f. No sabe/no contesta

## 10. Resumen

---

La ganadería extensiva en general, y la localizada en alta montaña en particular, sigue desde hace años una tendencia a la baja en cuanto a nivel de actividad y a personas dedicadas a ella.

La falta competitividad en producción y precio con la nueva ganadería intensiva, la despoblación territorial de zonas rurales, el envejecimiento de la población, la dureza y la dedicación que requiere y falta de relevo generacional, son algunas de las razones que están motivando este fenómeno.

Por otro lado, en los últimos años se vienen introduciendo nuevas tecnologías de la información en la actividad agrícola y ganadera. Es lo que se conoce como agricultura de precisión, es decir, y pretende mejorar la eficiencia en el uso de recursos, la productividad, la calidad, la rentabilidad, etc.

En muchas ocasiones, estas tecnologías no están orientadas a pequeños y medianos productores por causa de su coste, y además, no tienen como objetivo mejorar la calidad de vida del agricultor o ganadero.

El avance en las tecnologías GPS, de transmisión y tratamiento de datos y la relativa a sensores (sumada a la de dispositivos portátiles) ha permitido su aplicación en la ganadería extensiva de alta montaña.

A priori se presenta como una herramienta de gran utilidad para el ganadero, que puede cambiar de manera radical su forma de trabajar y significar una mejora sustancial en su calidad de vida.

En este trabajo se pretende valorar en qué medida lo consigue, mediante una entrevista a un ganadero con varios meses de experiencia trabajando con el dispositivo, el análisis de los datos recogidos en los dispositivos propiedad de dicho ganadero y una encuesta dirigida a técnicos relacionados con ganadería extensiva en Andalucía.

Como resultado, se verifica que el dispositivo significa un antes y un después en la actividad diaria del ganadero, mejorando su calidad de vida en general, disminuyendo su nivel de estrés y reduciendo la dureza del trabajo. Además, el uso del sistema impacta en la economía del ganadero provocando un ahorro, sólo en combustible, del 50% con respecto al gasto antes de usar el dispositivo.



Como resultados adicionales, de la encuesta a técnicos especialistas se desprende que el uso del sistema puede:

- Favorecer el control de áreas con tendencia al sobrepastoreo y evitarlo.
- Provocar una menor vigilancia e interacción con los animales por parte del ganadero, que sea contraproducente.